ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

MEMORIA

LORENA BARREIRA BLÁZQUEZ
JOSÉ JAVIER LUMBRERAS AZANZA

Pamplona, Fecha de defensa

Índice

1. Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene por objeto el diseño, cálculo y dimensionado de una pasarela peatonal, torre de comunicación (ascensor) y escaleras situado en el barrio de San Juan. De esa forma se pretende comunicar dos zonas de la ciudad salvando un desnivel existente. La situación del proyecto es en Pamplona (Navarra) junto al polideportivo Anaitasuna (calle López Sanz Doctor).

La ocupación en planta del proyecto es 17 m de longitud y 7 m de anchura para pasarela y torre. La estructura se realizará en acero S275JR.

El proyecto desarrolla la memoria de la obra proyectada, tanto en su aspecto técnico como económico, a partir de un programa de necesidades, documentación grafica y detalles para que las obras puedan ser realizadas. También contiene el pliego de prescripciones técnicas particulares, en el cual se detallan los trabajos objeto del proyecto, las condiciones que deben reunir los distintos materiales y unidades de obra así como la forma en que será ejecutada la misma y las condiciones económicas para su medición y abono. Por último, se realiza un presupuesto, incluyendo mediciones y presupuestos parciales y general de la obra proyectada.

2. Agentes

El proyecto fin de carrera ha sido realizado por Dña. Lorena Barreira Blázquez alumna de Ingeniería Técnica Industrial especialidad Mecánica perteneciente a la Universidad Pública de Navarra. El proyecto ha sido tutorizado por D. José Javier Lumbreras Azanza profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de Materiales de la misma universidad.

3. Antecedentes

El objeto del proyecto es unir la calle (López Sanz Doctor) situada junto al polideportivo Anaitasuna en Pamplona (Navarra), con la calle Biurdana salvando el desnivel existente.

En la actualidad existe un muro de contención entre ambas calles pudiéndose comunicar mediante una escalera adosada al mismo. Las escaleras en la parte inferior no están en buen estado y se pretende realizar unas nuevas en función de la situación de la pasarela, no coincidente con el estado actual.

Las escaleras actuales no permiten su uso a personas con movilidad reducida.

El acceso a la escalera actual por la calle Biurdana no está urbanizado, por lo que no tiene una buena imagen. Alrededor de esa zona hay un pequeño paseo rodeado por árboles, y el polideportivo Anaitasuna, también está rodeado por vegetación.

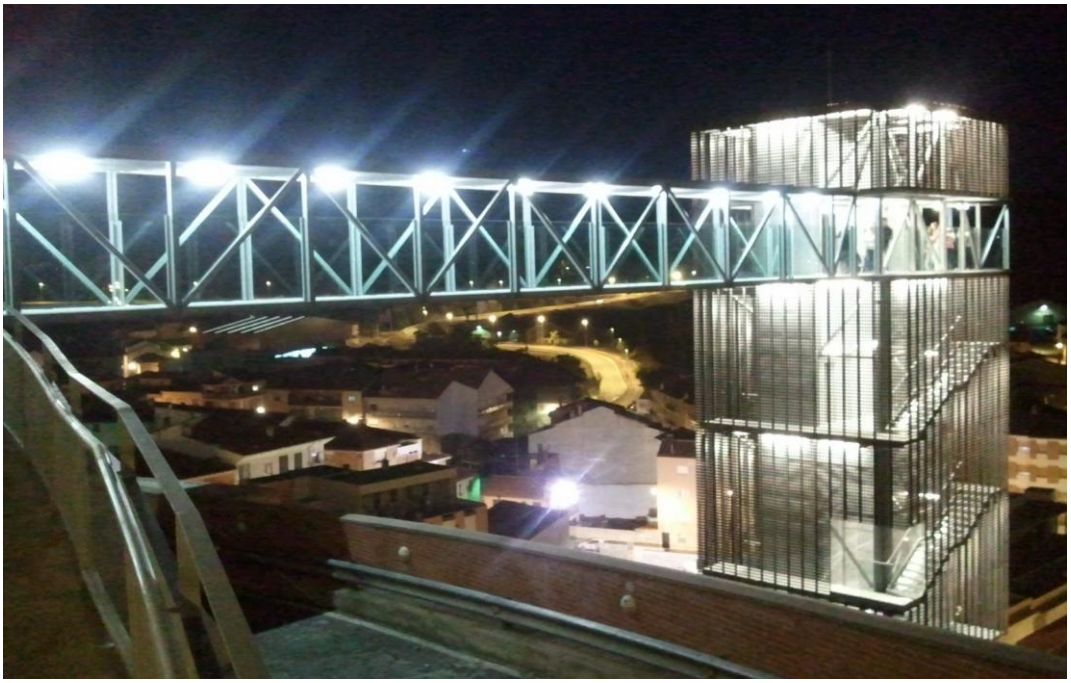
Se facilitará el acceso a esa zona de la ciudad a todo tipo de personas con la máxima comodidad, pudiendo elegir entre la pasarela y ascensor o las escaleras que se instalarían junto al comienzo de la pasarela. Además de urbanizar la zona y dotarla de una mejor estética.

4. Solución adoptada

La solución que se adopta en el presente proyecto está condicionada por obras similares que se han estudiado como inicio del proyecto. A continuación se muestran imágenes que han servido para la elaboración del mismo.

En la siguiente imagen se puede ver que la estructura metálica consta de dos cerchas separadas una cierta distancia y están unidas mediante otros perfiles. La disposición de las barras en estas cerchas es la del tipo Pratt al igual que en mí solución.

En la imagen que se muestra a continuación, se ve una pasarela y una torre, y el interior de la torre alberga unas escaleras. Ambas estructuras son diáfanas y tienen una iluminación que les hace destacar. Estas dos características también se podrán ver en mi proyecto.



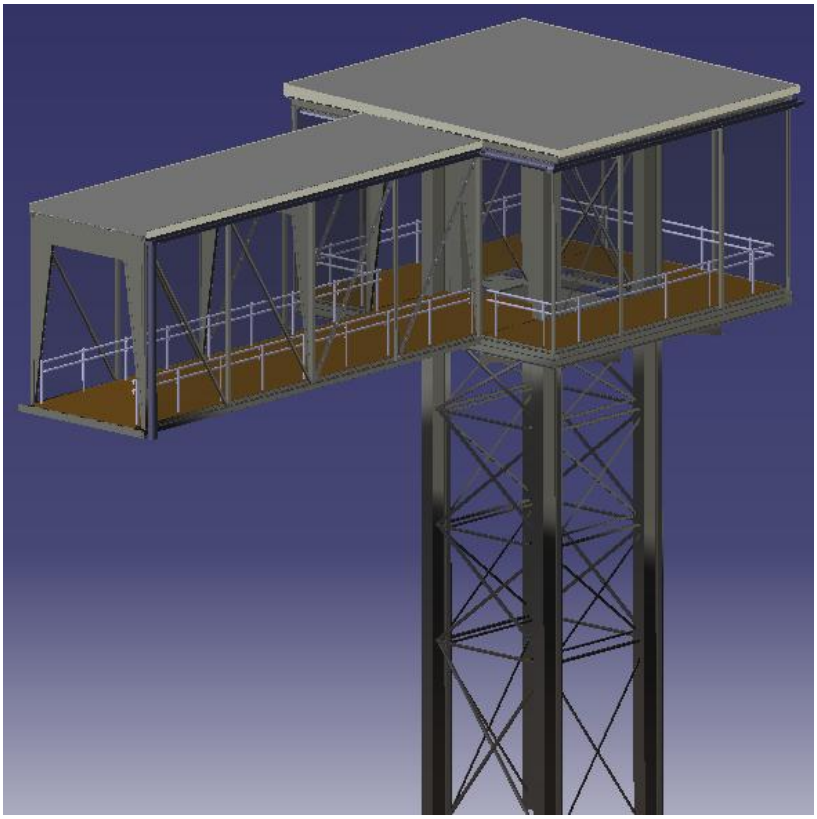
En la última imagen también podemos ver una pasarela y torre, pero en este caso con un estilo diferente, ya que el material que se ha utilizado hace que la estructura se mimetice con el entorno. La torre en este caso es muy esbelta y en mi solución he optado por hacer lo mismo con la torre.

La solución adoptada comunicará la calle López Sanz Doctor con la calle Biurdana mediante una pasarela y una torre de comunicación, que contendrá en su interior un ascensor. La pasarela y torre de comunicación tendrán una longitud de 17 m, una anchura de 3 m y una altura de 15.2 m. La pasarela se apoyará en el muro de hormigón de la calle López Sanz Doctor y en la torre. La torre estará empotrada y se comportará como una ménsula. Además como alternativa se plantea una escalera que se apoyará en el muro existente.

La pasarela y torre estarán revestidas por vidrio de seguridad y además se instalará una barandilla alrededor del perímetro de ambas. Las dos estructuras tendrán una cubierta para desaguar.

Toda la estructura en general es de acero S275 JR con apoyos puntuales en hormigón.

En la siguiente imagen puede verse la solución adoptada.



En la imagen se puede apreciar lo diáfana que es la estructura como ya se comentó anteriormente, ya que como revestimiento se utilizará un vidrio de seguridad. A través del vidrio se puede ver la barandilla instalada en el perímetro de toda la estructura. Además se puede apreciar el tipo de cercha que se ha utilizado para la pasarela, que es una Pratt. La torre tiene 4 pilares principales, los cuales estarán empotrados en su parte inferior, y en la parte superior se puede ver que hay una plataforma. Para soportar la plataforma se utilizarán unas vigas de sección variable, en las que se apoyarán otras vigas para conformar el nivel de solado y el nivel de cubierta. Los pilares estarán unidos mediante tubos estructurales huecos y arriostramientos para darle una mayor rigidez a la estructura.

5. Programa de necesidades

El conjunto de la estructura está diseñado para tener mejor accesibilidad entre la calle López Sanz Doctor y la calle Biurdana y para que las personas con movilidad reducida lo puedan hacer con una mayor comodidad.

Para ello, se establece el siguiente programa

1.- Se realizarán accesos para cada una de las partes que constituyen el proyecto, pasarela y torre.

2.- En la entrada a la pasarela, el solado estará al mismo nivel que el pavimento de la acera.

3.- A unos metros de la pasarela se realizarán unas escaleras y una rampa como alternativa al ascensor de la torre.

4.- La anchura de la pasarela será de 3 m para proporcionar comodidad en el tráfico en ambos sentidos. Del mismo modo, la torre y escalera deberán cumplir con el mismo requisito.

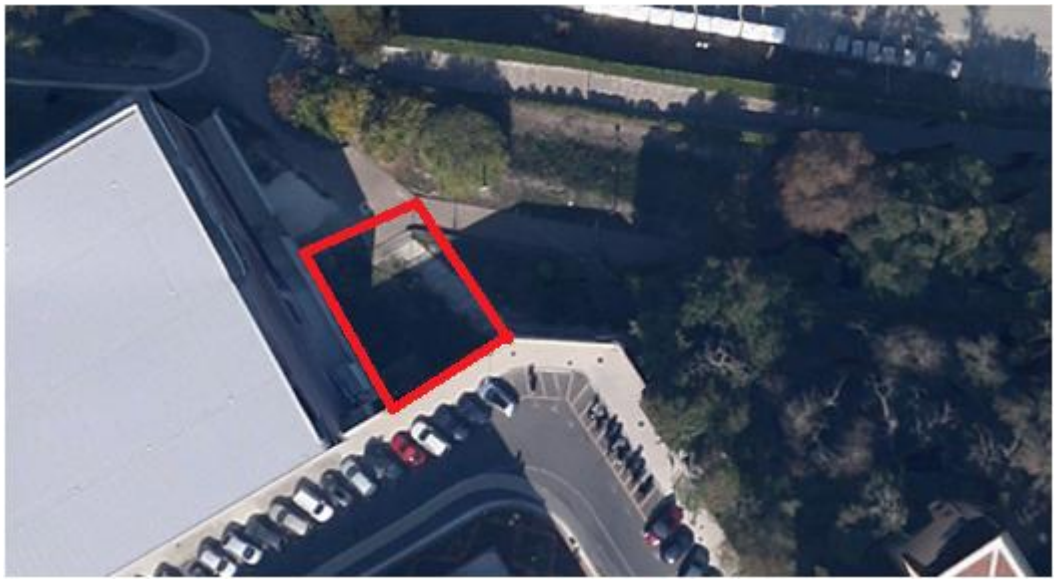
5.- Se deberá proporcionar seguridad a los viandantes, y para ello todo el conjunto de pasarela-torre tendrá como revestimiento vidrio de seguridad y se instalará barandillas tanto en pasarela como en la torre.

6.- Para obtener una buena visibilidad cuando oscurezca, se instalarán dentro de la pasarela y torre iluminación apropiada. En la pasarela se dispondrá de focos empotrados en el falso techo y en el exterior se dispondrán varias torres de iluminación general dando cobertura a la torre.

7.- Para evitar deslizamientos en la pasarela y torre, el solado será antideslizante. Para ello se dispondrá de tarima ranurada anti-intemperie y en la escalera chapa repujada.

6. Emplazamiento

El presente proyecto se sitúa en el municipio de Pamplona. La entrada a la pasarela se ubica en la calle López Sanz Doctor junto a la entrada polideportivo Anaitasuna.



La pasarela salvará un desnivel de 11.2 m.

El lugar que he elegido para la ubicación de la obra, tiene un acceso mediante un paseo arbolado. Hacia el edificio del polideportivo Anaitasuna, también existen zonas arboladas. Tanto en el acceso superior como en el inferior existen zonas de aparcamiento.

7. Condiciones técnicas del proyecto

Se derribará la escalera que está alrededor del muro y en la parte inferior, para poder nivelar todo el lugar debidamente. Luego se procederá a hacer los pozos necesarios para la cimentación de la zapata de la torre, el foso del ascensor y las zapatas de los muros que sustentarán parte de la escalera.

8. Estructura

En las siguientes líneas se explicará brevemente el diseño.

La estructura de la pasarela peatonal, es una doble cercha del tipo Pratt. Tanto en la planta de cubierta como en la planta de solado, hay arriostramientos del tipo Cruz de San Andrés, para darle mayor rigidez a toda la estructura. Para el comienzo, centro y final de la pasarela peatonal, se ha diseñado una cercha transversal, para disminuir los desplazamientos laterales producidos por el viento lateral.

Para la estructura de la torre, se ha optado por poner unas vigas de sección variable, para aportar una estética diferente, en el nivel de cubierta y solado. Estas vigas serán de sección constantes en el centro y en la parte volada de sección variable. Al igual que en la pasarela, en el nivel de cubierta y solado se van a utilizar arriostramientos del tipo Cruz de San Andrés. El centro de la torre también estará arriostrado de la misma forma, pero con otro tipo de perfil.

Las zancas de la escalera en todo su recorrido se van a apoyar de dos formas diferentes. En el primer tramo, tendrá las zancas apoyadas en unas vigas de sección variable. Estas vigas de sección variable irán atornilladas al muro de hormigón de la calle López Sanz Doctor. En el segundo tramo, las zancas irán apoyadas en unos muros de hormigón armado. Habrá 2 muros con diferentes alturas cada uno y diferente forma en planta. En el muro habrá unas placas atornilladas donde se soldarán las zancas de la escalera.

Para decidir las dimensiones y la configuración de todo el conjunto estructural, han sido estudiadas diferentes soluciones con la ayuda del programa de cálculo CYPE, teniendo en cuenta tanto la estética de la obra como los resultados del programa.

8.1. Cimentación

Los pozos se realizarán con máquina retroexcavadora, siendo necesario limpiar manualmente (operario con pala) el fondo del pozo. Si llueve, antes de verter el hormigón será necesario realizar una nueva limpieza del pozo. Este aspecto trivial es de vital importancia a la hora de evitar asientos de la cimentación.

A continuación, se verterá una capa de hormigón pobre H 10 (hormigón de limpieza), hasta la cota de cimentación, a fin de proteger el terreno de la acción de la lluvia.

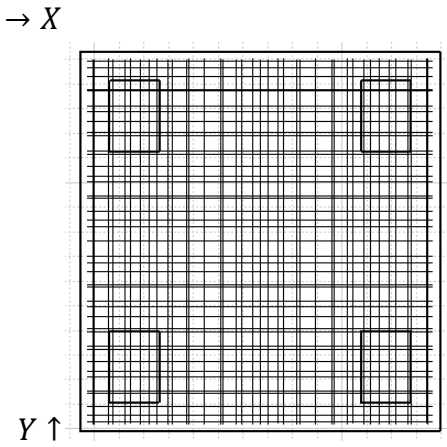
La cimentación de toda la obra se realizará mediante zapatas de hormigón HA-25 de resistencia característica f_{ck} = 25 MPa (N/mm2) y acero para armar del tipo B-500S de límite elástico f_{yk} = 500 N/mm^2. El encofrado, si fuera necesario, se realizará en paneles metálicos, en condiciones de temperatura siempre superiores a 4°C y en condiciones de humedad apropiadas, estando prohibido hormigonar con lluvia o nieve.

8.1.1. Torre

La zapata será común a los 4 pilares de hormigón HA-25 y armadura con acero del tipo B-500S, cuyas dimensiones son 430 x 455 x 45 cm que hará de base para los pilares de la torre. Los pilares harán de unión entre los pilares metálicos de la estructura y de la zapata, ya que en el centro de los 4 pilares deberemos construir un foso de ascensor con una profundidad de 1.6m.

Las armaduras que se utilizarán serán de acero B-500S y con la siguiente designación:

- Superior X: 25Ø12c/18
- Superior Y: 22Ø12c/19
- Inferior X: 17Ø12c/26
- Inferior Y: 19Ø16c/22



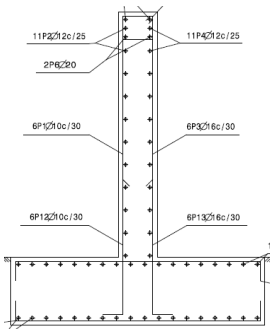
8.1.2. Muros

La zapata es una zapata corrida y se realizará con hormigón HA-25, cuyas dimensiones son 1500 x 260 x 70 cm.

Las armaduras que se utilizarán serán de acero B-500S y la distribución de estas será:

- Longitudinal superior/inferior: 10Ø12c/15

- Transversal superior/inferior: 18Ø12c/15



8.2. Estructura metálica

Todos los perfiles metálicos que forman la estructura y demás elementos auxiliares serán de acero S275JR. Sus características se describen a continuación:

Acero S 275 JR

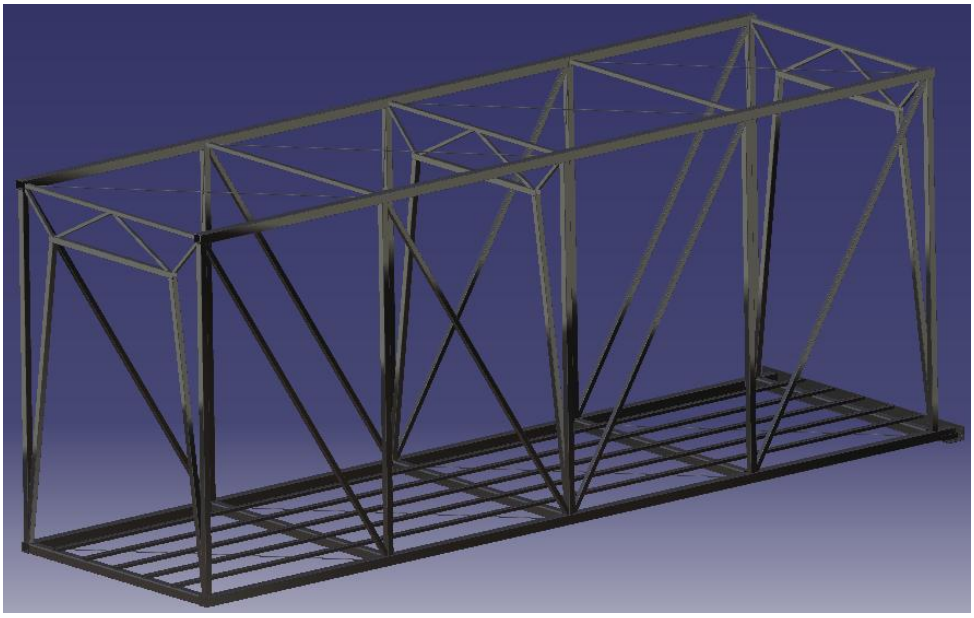
- Límite Elástico: σ_e = 275 N/mm^2 (2800 Kg/cm^2)
- Módulo de Elasticidad: E = 2.1 x 10^6 Kg/cm^2
- Módulo de Rigidez: G = 8.1 x 10^5 Kg/cm^2
- Coeficiente de Poisson: ν = 0.3
- Coeficiente de Dilatación Térmica: 1.2 x 10^{-5}
- Peso Específico: ρ = 7850 Kg/m^3
- Tensión de Rotura: σ_r = 4400 Kg/cm^2

8.2.1. Pasarela

La pasarela está formada por dos cerchas iguales, tipo Pratt, separadas entre sí 3 m. Ambas irán unidas por barras transversales, uniendo nudos a la misma cota, para conformar la cubierta de la pasarela y su solado. Se rigidizará tanto el plano de cubierta como el inferior mediante diagonales.

En el comienzo, centro y final de la pasarela se dispondrán de pequeñas celosías transversales con el objeto de minimizar los desplazamientos transversales de los nudos por efecto de las acciones horizontales de viento.

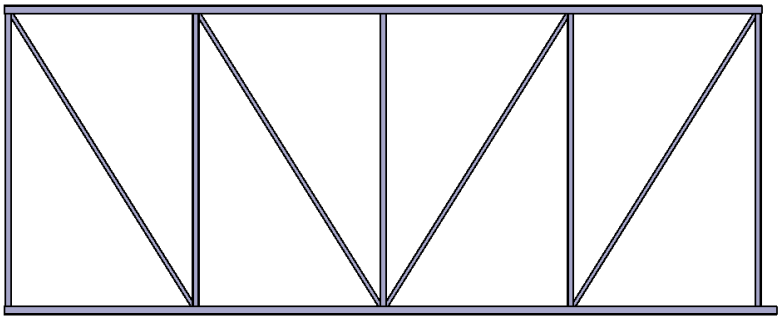
En la siguiente imagen se pueden ver todos los elementos descritos anteriormente.



8.2.1.1. Cerchas del tipo Pratt

Las cerchas están formadas por dos cordones separados entre sí 4 m. Los cordones son tubos cuadrados de 10 m de longitud y con una sección de 110 x 110 y 5 mm de espesor. Para la unión de los cordones principales se utilizarán unos montantes. Estos tendrán una longitud de 4 m y serán tubos cuadrados de sección 80 x 80 y 5 mm de espesor. Para terminar se soldarán unas diagonales cada una en la disposición que le corresponde para formar la celosía de tipo Pratt. Estas diagonales son de sección cuadrada de 60 x 60 y 5 mm de espesor y su longitud será de 4.51 m.

El cordón de soldadura en todos los casos será a = e del tubo.

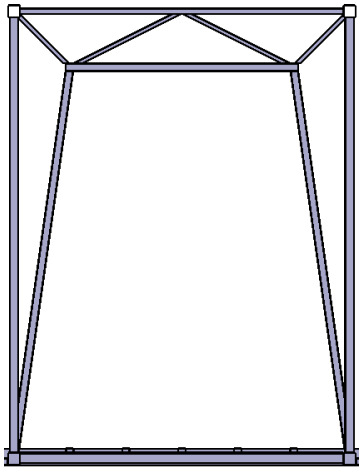


8.2.1.2. Cerchas transversales

La cercha transversal que se muestra en la siguiente imagen, se colocará en el comienzo, centro y final de la pasarela como se comentó anteriormente para disminuir los

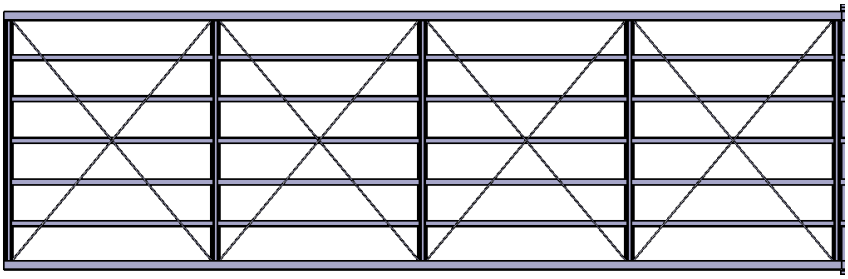
desplazamientos horizontales en los nudos. Se conformará con tubos huecos de sección cuadrada y tendrán diferentes tamaños. Unos tendrán una sección de 70 x 70 y 5 mm de espesor y otros 40 x 40 y 5 mm de espesor. Se colocarán de la forma en la que se muestra en la imagen.

El cordón de soldadura en todos los casos será a = e del tubo.



8.2.1.3. Nivel del solado y cubierta

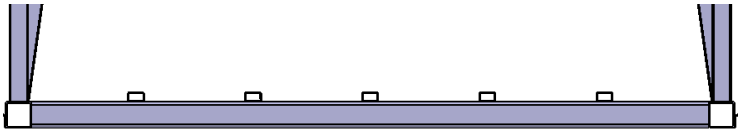
Para unir las dos cerchas se utilizarán unas vigas transversales que serán tubos huecos de sección cuadrada y longitud de 3 m. En el nivel de la cubierta la sección será de 70 x 70 y 5 mm de espesor y en el nivel del solado será de 110 x 110 y 5 mm de espesor. Para rigidizar toda la estructura, el nivel del solado y cubierta se arriostrará con tirantes de sección circular de 12 mm de diámetro. Se colocará con la disposición tipo Cruz de San Andrés y su longitud será de 3.73 m.



Para conformar el nivel del solado, unas vigas de sección rectangular se apoyarán en las vigas transversales. Estas tendrán una sección de 70 x 40 y 4 mm de espesor y una

longitud de 10 m. Las vigas estarán separadas entre sí 0.5 m y en ellas se apoyará el solado.

El cordón de soldadura en todos los casos será a = e del tubo.



8.2.2. Torre

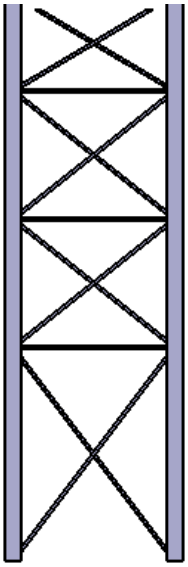
La torre se comportará como una ménsula y está formada por 4 pilares separados entre sí 3 m. En el nivel de la cubierta tendremos 4 vigas de sección variable y en el nivel del solado otras 4 vigas de sección variable iguales. Apoyadas encima de estas vigas variables tendremos otras vigas del tipo HEB, que formarán el perímetro del cuadro donde se apoyará tanto la cubierta como el solado. Encima de los HEB del nivel del solado, irán apoyados unos perfiles cuadrados del mismo tamaño que los cordones principales de la pasarela. Formarán el mismo perímetro que los HEB, y servirán para apoyar las vigas donde irá apoyado el solado.

Para unir el nivel de la cubierta y solado, se utilizarán unos montantes de sección cuadrada.

Los 4 pilares estarán arriostrados entre sí con el tipo de arriostramiento Cruz de San Andrés y serán perfiles del tipo L. En planta de cubierta y solado también estarán arriostrados con el mismo tipo de arriostramiento que en los pilares, pero en este caso se utilizarán perfiles redondos.

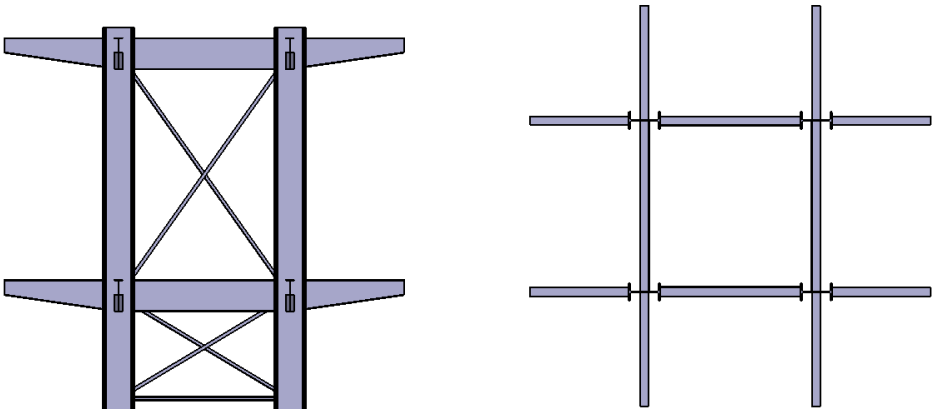
8.2.2.1. Centro de la torre

Para construir la torre se utilizarán 4 pilares separados entre sí 3 m. Estos pilares serán HEB-550 de 15.29 m de longitud. Estos pilares son los que se encargarán de transmitir las acciones de toda la estructura a los pilares de hormigón, y estos a su vez a la zapata. Para unir estos 4 pilares se utilizarán unos tubos huecos de sección cuadrada y longitud 3 m. La sección será de 60 x 60 y 5 mm de espesor. Estas vigas se colocarán a unas ciertas distancias, tal y como se muestra en los planos. Para rigidizar todos los alzados que forman los cuatro pilares y conferir a la estructura de estabilidad, se utilizaran unos arriostramientos del tipo Cruz de San Andrés. Estos arriostramientos serán unos perfiles en forma de L con diferentes longitudes y tendrán una sección de 60 x 60 y 8 mm de espesor.

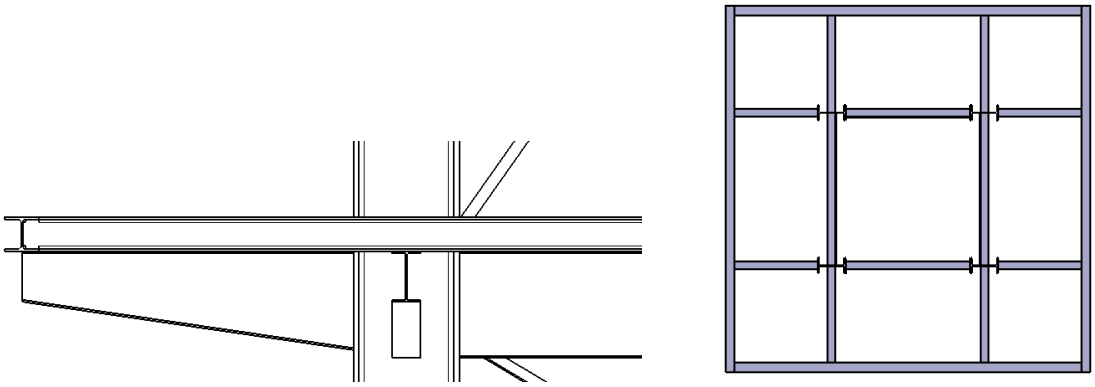


8.2.2.2. Plataforma

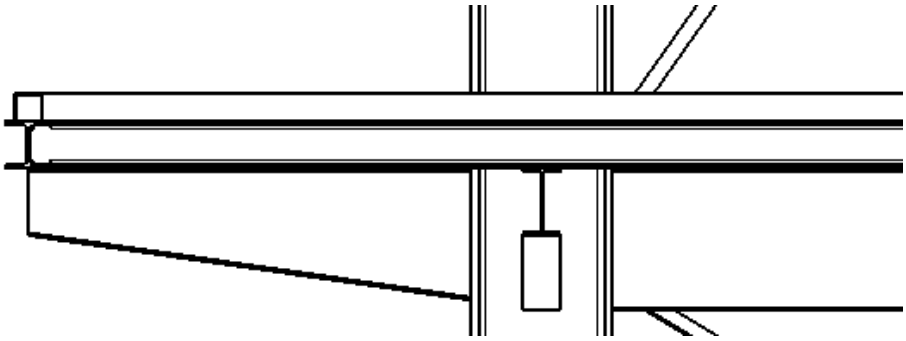
Para conformar la plataforma, se utilizarán unas vigas de sección variable de 7 m de longitud y se colocarán en el nivel de la cubierta y del solado. Estas vigas estarán soldadas a los 4 pilares y tendrán una sección en forma de I. La sección de estas será de 260/550 x 10 x 150 x 10 mm. He elegido este tipo de vigas para darle a la estructura una estética bonita y robusta. Habrá cuatro vigas de sección variable en el nivel de la cubierta y solado.



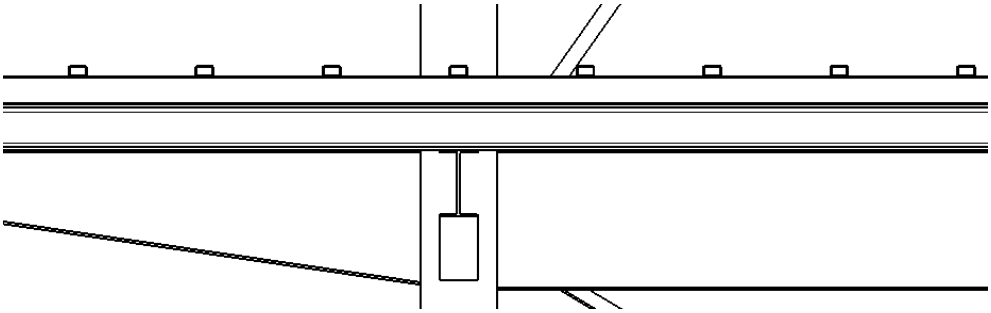
Apoyadas encima de las vigas de sección variable del nivel de la cubierta y solado, se colocarán otras vigas del tipo HEB formando un cuadrado. Este cuadrado será el perímetro de la plataforma. Las vigas tendrán una longitud de 7 m, con una sección del tipo H y dimensiones 180 x 180. Estas aportarán rigidez al voladizo junto con las vigas de sección variable y en una de ellas se apoyará la pasarela como se verá más adelante. Todas las vigas estarán soldadas entre sí y la soldadura en todos los casos será en ángulo.



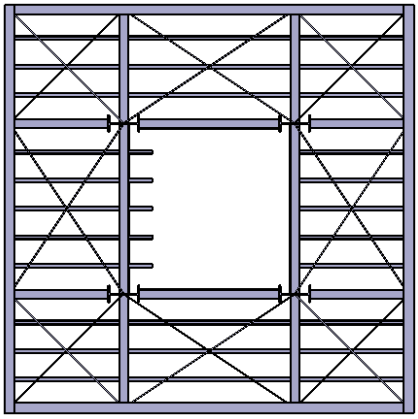
Para que el nivel del solado de la pasarela y torre esté a la misma altura, encima de las vigas HEB se debe apoyar otra viga. Esta viga será un tubo hueco de sección cuadrada de dimensiones 110 x 110 y 5 mm de espesor. Estas vigas irán apoyadas en las vigas HEB del nivel del solado y en unos perfiles en L soldados a los pilares principales.



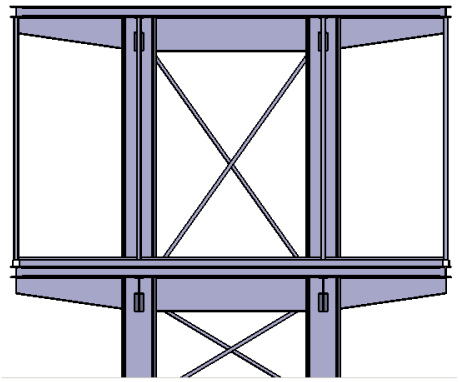
Para terminar de conformar el nivel del solado se colocarán unos tubos huecos de sección rectangular al igual que en la pasarela para apoyar el solado. También estarán las vigas separadas entre sí 0.5 m como en la pasarela. La sección es de 70 x 40 y 4 mm de espesor.



Al igual que en la pasarela se van a utilizar arriostramientos en la plataforma en el nivel de la cubierta y solado. En este caso serán de perfil redondo con un diámetro de 12 mm.



Para que los desplazamientos verticales debido a las cargas sean similares en ambos niveles se colocarán unos montantes, que serán tubos cuadrados de sección cuadrada. La dimensión de la sección será de 70 x 70 y 5 mm de espesor. La soldadura en todos los casos será en ángulo.

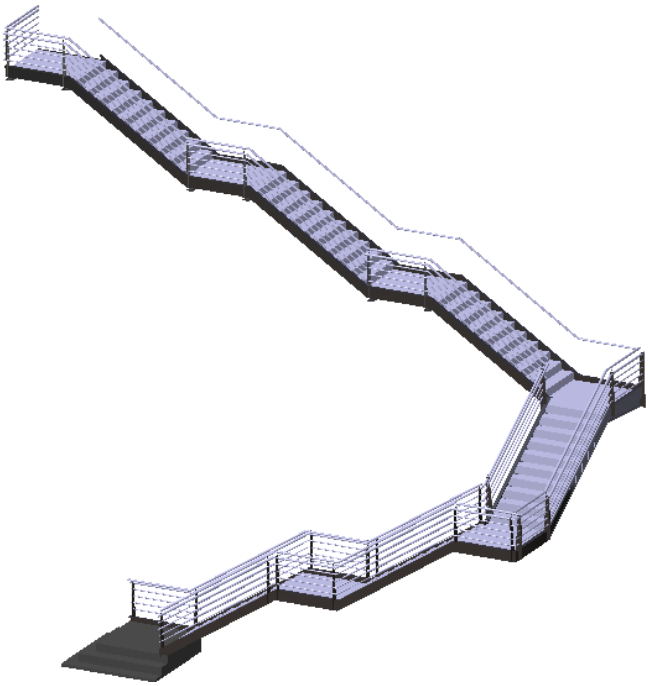


8.2.3. Escalera

La escalera estará formada por dos zancas que tendrán un perfil del tipo UPN y separadas 1.5 m. Los escalones se formarán con una chapa plegada. En una chapa metálica soldada a la zanca de la escalera, se colocarán unos tubos de sección circular para la seguridad de los peatones y como barandilla, separados entre sí 0.15 m. Además habrá otro tubo anclado al muro de hormigón en el primer tramo de escalera a modo de barandilla.

En el primer tramo irán apoyadas las zancas en unas ménsulas y en el segundo tramo sobre unos muros de hormigón.

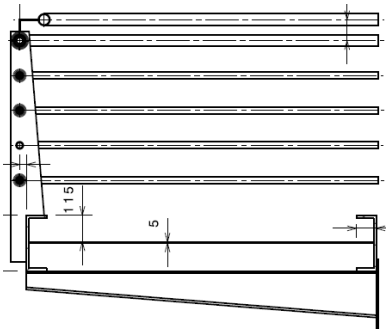
En la parte inferior, se construirá una plataforma con unos escalones de hormigón y ahí se apoyarán las zancas de la escalera.



8.2.3.1. Zancas de la escalera

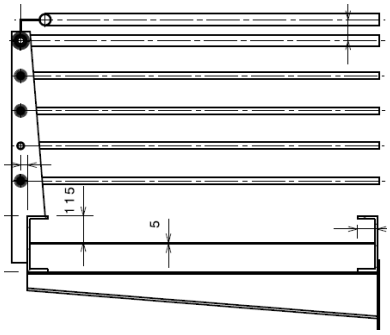
En la escalera hay dos perfiles UPN-240 separados entre sí 1.5 m, y será donde se suelden las chapas de acero repujada para conformar los escalones. La sección de los UPN será una C y sus dimensiones serán 240 x 85 mm. Las zancas irán apoyadas en las mesetas sobre unas vigas de sección variable. En las zancas se soldarán unas chapas de 8 mm de espesor, donde irán soldadas las barandillas necesarias para obtener la mayor seguridad.

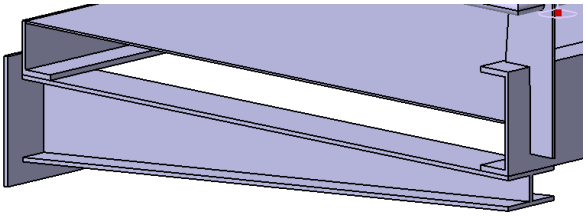
Para obtener todo el perímetro se soldarán entre sí más de una viga. En todos los casos la soldadura será en ángulo.



8.2.3.2. Ménsulas

Habrá 8 vigas de sección variable que se colocarán a la altura de las mesetas y se soldarán a unas placas de anclaje. Las dimensiones de estas vigas serán 80/200 x 150 x 10 mm. Las placas de anclaje soldadas a estas vigas irán ancladas al muro de hormigón mediante unos anclajes químicos.

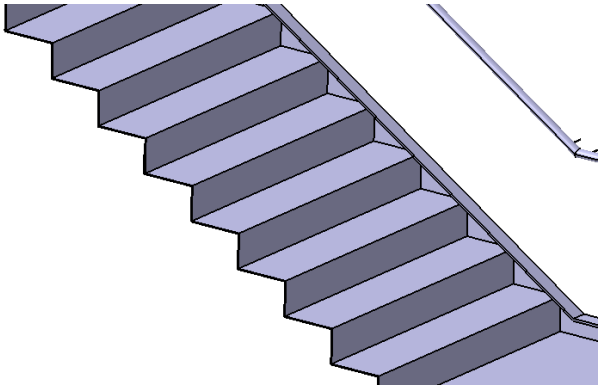




8.2.3.3. Solado escalera

El solado será de chapa de acero repujada para que tenga una mayor adherencia y tendrá un espesor de 5 mm. La anchura de la chapa será de 1481 mm y longitudinalmente se crearán varios escalones y luego se solaparán otras chapas de acero repujadas hasta completar toda la estructura. Al doblar la chapa para construir los escalones le aportará una resistencia mayor y de esa forma tendrá un desplazamiento vertical menor.

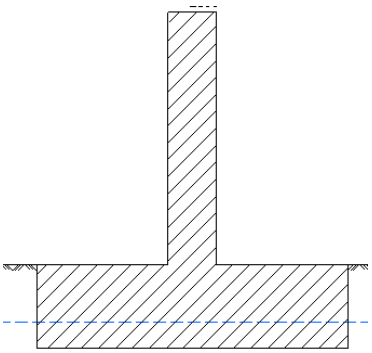
Todas las chapas estarán unidas tanto entre sí como a los perfiles mediante soldadura.



8.3. Estructura de hormigón

8.3.1. Muros

Habrá 2 muros de hormigón a diferentes alturas para apoyar las zancas de la escalera. Uno de los muros tendrá en planta una forma de C y el otro tendrá una forma rectangular. La altura de los muros es la siguiente, 3900 mm y 2100 mm y ambos tendrán un ancho de 400 mm.



La armadura será de acero B-500S y en todos los casos tendrá las mismas dimensiones y será la siguiente:

Intradós/vertical: Ø10c/30

Intradós/horizontal: Ø12c/25

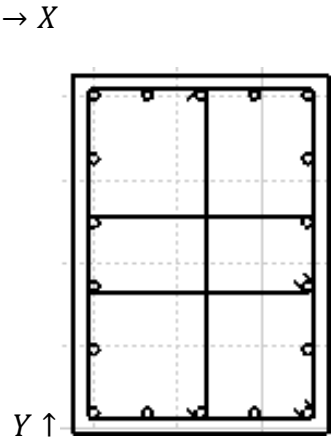
Trasdós/vertical: Ø16c/30

Trasdós/horizontal: Ø12c/25

8.3.2. Pilares

La cimentación constará de 4 pilares idénticos de hormigón HA-25 para unir la zapata a los 4 pilares metálicos de la torre. A causa de tener que construir un foso de ascensor como se ha mencionado anteriormente. Sus dimensiones son 60 x 85 x 160 cm y la designación de los armados será:

- Esquina: 8Ø12
- Cara X: 12Ø12
- Cara Y: 16Ø12

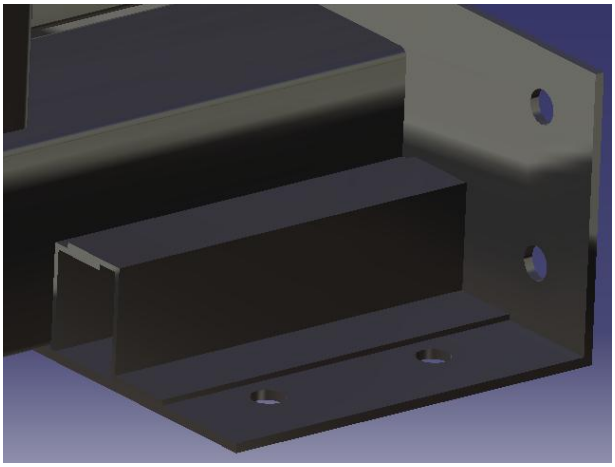


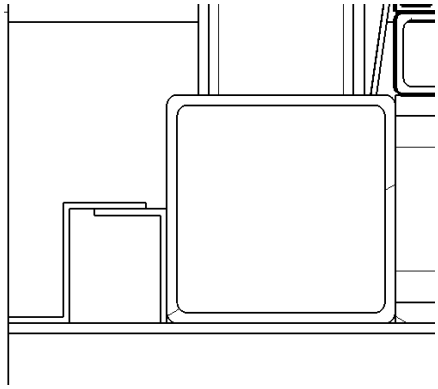
9. Apoyos

9.1. Apoyo entre la pasarela y el muro de hormigón

En el muro de hormigón se hará un cajón con las dimensiones de 3400 x 150 x 215 mm. Se anclará con anclajes químicos un perfil en L con las dimensiones de 3400 x 150 x 215 mm en ese hueco que se ha hecho previamente. A los cordones inferiores de la pasarela se soldarán unos perfiles en L con las dimensiones 55 x 35 x 210 y 3 mm de espesor. A una cierta distancia de los perfiles en L que se soldarán a los cordones inferiores de la pasarela, se soldarán unos perfiles en Z al perfil en L que se anclará al muro de hormigón. Las dimensiones de estos perfiles en Z serán 58 x 40 x 210 y 3 mm de espesor. Todas las soldaduras serán en ángulo.

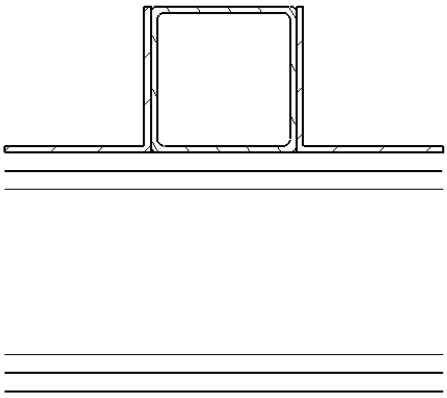
En las siguientes imágenes se puede ver mejor el apoyo.





9.2. Apoyo entre la pasarela y la torre

En la siguiente imagen se puede ver el apoyo entre la pasarela y la torre. En la torre hay unas vigas HEB en todo el perímetro de la plataforma, que es el elemento inferior que se muestra en la figura. Encima de esa viga se apoyarán los dos cordones inferiores de la pasarela, que como se dijo antes eran unos tubos huecos de sección cuadrada. Los perfiles en L que se muestran en la figura de dimensión 110 x 110 x 110 y 5 mm de espesor, estarán soldados a la viga HEB y a su vez estarán atornillados a los cordones inferiores de la pasarela.



9.3. Apoyos empotrados

Los pilares de la torre estarán soldados a unas placas de anclaje de dimensión 500 x 750 mm y de 2,5 cm de espesor. Estas placas irán atornilladas mediante unos pernos a los pilares de hormigón. Las dimensiones de estos pernos son las siguientes: 4Ø25 mm y L=90 cm.

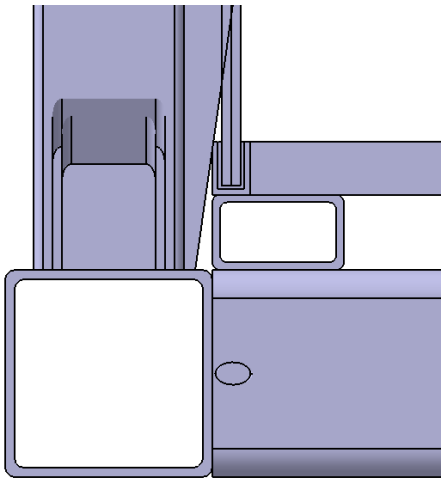
10. Solados y revestimientos

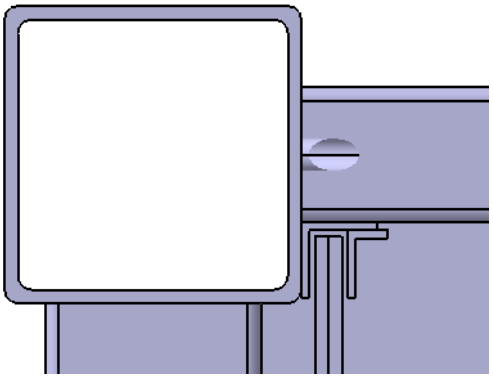
10.1. Solado

El solado estará formado por tablas de madera de teca. Las dimensiones de las tablas serán de 28 mm de canto, 2.8 m de largo y 125 mm de ancho en el caso de la pasarela, y en la torre se irá adaptando la longitud a la estructura. Las tablas irán apoyadas en unas vigas de sección rectangular como se ha mencionado anteriormente. Estas tablas se atornillarán a las vigas de sección rectangular.

10.2. Revestimientos

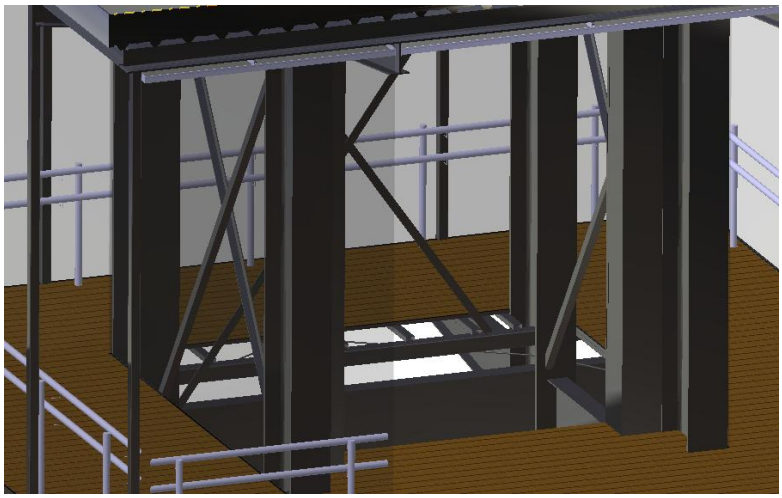
Toda la estructura de la pasarela y parte de la torre estará cerrada por un vidrio de seguridad. Además de todo el perímetro, también se instalará en el centro de la torre, en la parte del voladizo para cerrar el hueco del ascensor. Este vidrio se compone de dos vidrios de 5 mm cada uno (5 + 5 mm). El vidrio se apoyará en un perfil en U, que a su vez este perfil estará apoyado en las vigas de sección rectangular donde se colocarán los tablones del solado. Para que no haya problemas con las dilataciones con los cambios de temperatura, entre el vidrio y el solado se colocará una pieza de neopreno. Eso en cuanto a la parte inferior, pero en la parte superior se colocarán unos perfiles en L que se atornillarán entre ellos y el resto de elementos se instalarán de la misma forma que en la parte inferior. En las siguientes imágenes se puede visualizar mejor la instalación de los vidrios de seguridad tanto en la parte inferior como en la superior de la pasarela.





Para la seguridad de las personas se colocarán unas chapas de acero en la parte superior e inferior de la torre para que no se pueda acceder al hueco del ascensor, ya que las

dimensiones del centro de la torre son mayores que las dimensiones del ascensor. En las siguientes imágenes se muestra cómo quedará.



También se instalará una barandilla en todo el perímetro de la estructura del conjunto pasarela-torre. Esta barandilla se soldará a las vigas longitudinales donde se apoya el solado. De esa forma habrá una mayor seguridad y la gente se podrá también agarrar a ella si lo necesita.

En la escalera se deberán instalar unas barandillas separadas entre ellas 15 cm según la normativa del CTE. La barandilla superior estará a una cota de 95.5 cm desde la chapa de acero repujada.

Toda la estructura metálica se pintará de color verde para mimetizarla con los arboles que hay alrededor.

11. Carpintería

Tanto en la pasarela como en la torre, se instalará un falso techo y este se colgará mediante unos elementos de sujeción a las vigas de la pasarela y a la cubierta de la torre. El falso techo consta de un perfil de acero y unos elementos de escayola. En esos elementos de escayola se instalará la iluminación.

12. Instalaciones

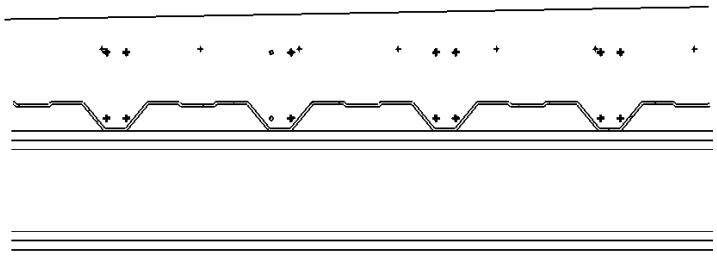
12.1. Iluminación

La iluminación es muy importante para la estética del conjunto, ya que no solo debe ser visual por la mañana sino que también por la noche. Dentro de la pasarela y la torre se instalarán focos empotrados (Downlight led advance 90 CRI90 del catalogo de iluminación de la empresa Lledó) en el falso techo para que haya una buena visibilidad. Además se instalarán 3 farolas y una columna de iluminación (del catalogo ATP de iluminación) para que haya buena visibilidad en las escaleras y la zona esté debidamente iluminada.

En las siguientes imágenes se puede ver la iluminación seleccionada tanto para el interior de la pasarela y torre como para el exterior.

12.2. Pluviales en pasarela y torre

Todo el conjunto de la estructura pasarela-torre tendrá una cubierta. La cubierta consta de una chapa grecada, hormigón HA-25 que contendrá una malla y una armadura de positivos y todos los laterales estarán cubiertos de una chapa de acero. Las cubiertas se apoyarán en las vigas superiores. Una de las chapas tendrá forma de T para que el agua no pueda ascender por la chapa y caiga en el canalón.



El agua que caiga en la cubierta la recogerá unos canalones que estarán a un lado de la pasarela y torre. Mediante una bajante se canalizará y se llevará a la calle López Sanz Doctor donde se canalizará hasta una arqueta.

12.3. Ascensor

El ascensor transportará un buen número de personas a diario y la velocidad de desplazamiento será de 0.6 m/s. Además será panorámico y tendrá una capacidad de 13 personas. Tendrá que tener una distancia de recorrido de 4 m en la parte superior y el foso del ascensor tendrá que tener una profundidad de 1.6 m.

Al tratarse de un ascensor de mecanismo hidráulico, no precisará de una sala de maquinaria. Al foso se accederá por el propio acceso del ascensor en la parte baja y de igual manera para acceder a la maquinaria situada sobre la cabina del ascensor se procederá desde el acceso al ascensor en la parte superior.

Las dimensiones del ascensor se pueden ver en la siguiente imagen de un catalogo de ascensor.

Recorrido máximo:	20 m
N° mín/max paradas:	2/7
Capacidad:	6 – 16 personas
Carga:	450 – 1250 Kg
Velocidad:	0,60 m/s

Tabla de dimensiones* P. Rectangular (Cotas en mm)

Número Personas	Cabina A (ancho)	B (fondo)	Puerta E (ancho)	Hueco C (ancho)	D (fondo)
6	1050	1200	800	1600	1550
8	1100	1400	800	1650	1750
10	1350	1400	900	1950	1750
13	1600	1400	900	2100	1750

Para cabinas con dos accesos a 180°: D=B+450 mm

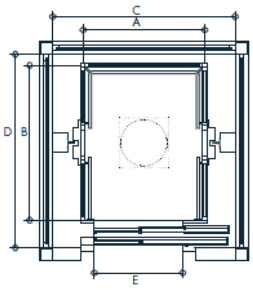
K (Profundidad de foso): 1600 mm
U (Recorrido de seguridad): 4000 mm

Tabla de dimensiones* P. Circular (Cotas en mm)

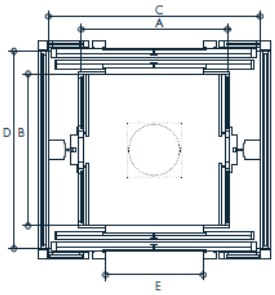
Número Personas	Cabina ø A	Hueco ø B	Puerta E (ancho)	Superficie (m^2)

Plantas

1 acceso

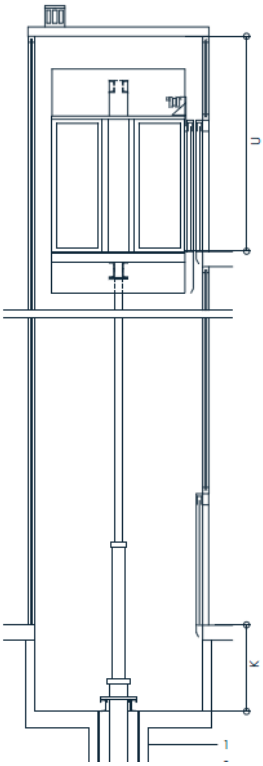


2 accesos 180°



Planta circular

Sección



13. Normativa

Para el correcto dimensionado y construcción de la obra se tendrá en cuenta el *Código Técnico de la Edificación, CTE* y *EHE-08*, Instrucción de Hormigón Estructural.

14. Resumen del presupuesto

1. Movimiento de tierras: 5.501.00 €
2. Cimentaciones: 4.843,65 €
3. Estructura metálica: 71.102,03 €
4. Estructura de hormigón: 4.418,21 €
5. Cerramiento y carpintería: 21.601,02€
6. Cerrajería: 9.590,43 €
7. Pavimentos: 6.038,89 €
8. Instalaciones: 38.962,16 €
9. Urbanización: 16.234,65 €

Presupuesto de ejecución material: 178.292,05 €

Gastos generales (5%): 8.914,60 €

Beneficio industrial (10%): 17.829,21 €

Presupuesto de ejecución por contrata sin IVA: 205.035,86 €

IVA (21%): 43.057,53 €

Presupuesto de ejecución por contrata: 248.093,39 €

Redacción del proyecto (4%): 9923,74 €

Dirección de la obra (4%): 9923,74 €

Presupuesto total: **267.940,86 €**

El total del presente presupuesto asciende a la cantidad de "DOSCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS CUARENTA EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS".

15. Bibliografía

- *Código Técnico de la Edificación, CTE*. Ministerio de Fomento.

- *EHE-08.* Instrucción de Hormigón Estructural.

- Jesús Zurita Gabasa. *Teoría de estructuras. Estructuras de barras y sólidos tridimensionales*. Universidad Pública de Navarra. 2000.

- Apuntes de la asignatura *Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales*.
- Apuntes de la asignatura *Cálculo de Estructuras*.
- Catálogo de ascensores Enor.
- Catálogo de iluminación Green Lighting/01 by Lledó.
- Catálogo de iluminación ATP iluminación.

Pamplona, a 5 de Septiembre de 2014

Lorena Barreira Blázquez

Ingeniero Técnico Industrial Mecánico

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

CÁLCULOS

LORENA BARREIRA BLÁZQUEZ
JOSÉ JAVIER LUMBRERAS AZANZA

Pamplona, Fecha de defensa

Índice

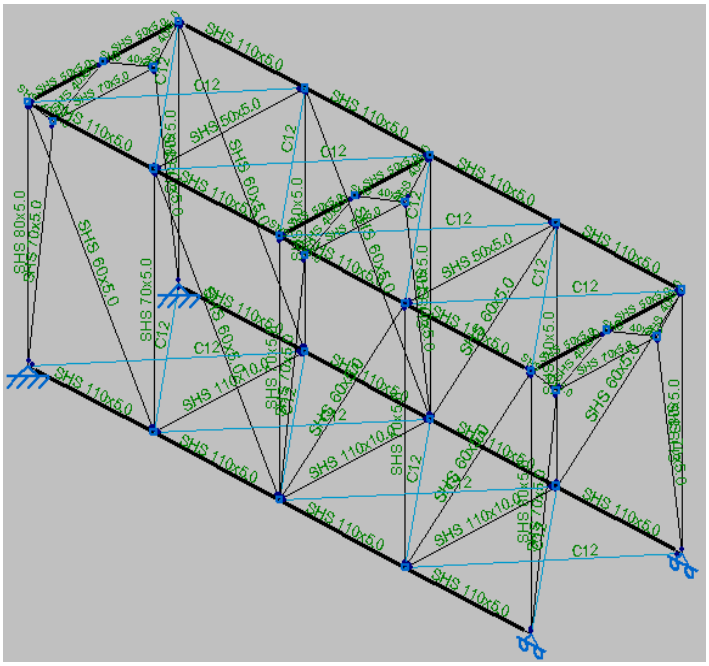
1. Introducción

Se han hecho unos cálculos iniciales para pasarela, torre y escalera, para luego poder introducir todas las cargas en el programa Cype y obtener todos los cálculos necesarios para el correcto dimensionamiento y estabilidad de las estructuras.

En los siguientes apartados se puede ver los cálculos realizados y si es necesario también se podrán consultar los anexos que estarán citados en algunos de estos apartados.

2. Pasarela peatonal

2.1. Cargas



- Peso propio de la estructura (PP)
- Peso del solado
- Peso del vidrio de seguridad
- Peso de la cubierta
- Sobrecarga de uso
- Viento (3 hipótesis)
- Nieve

Primero se ha calculado las cargas que se introducirán en las vigas continuas de la pasarela que estarán separadas entre sí 0.5 m donde se apoyará el solado. La dimensión de estas vigas continuas será de 10 m y de sección rectangular.

- <u>Peso del solado (madera de teca)</u>

Densidad = 700 kg/m^3

Dimensiones: 3000 x 110 x 28 mm

700 kg/m^3 x 0.028 m x 0.5 m = 9.8 kg/m = 9.8 x 10^{-3} t/m

- <u>Sobrecarga de uso</u>

Categoría de uso C (zonas públicas sin obstáculos): 5 KN/m^2 = 0.255 t/m

- Viento (hipótesis 2)

Presión dinámica del viento: q_b = 0.52 KN/m^2 (Zona C)

Coeficiente de exposición: c_e

c_e = F x (F + 7k) = 0.8636 x (0.8636 + 7 x 0.22) = 2.0756

k = 0.22 ; L = 0.3 m ; Z = 5 m ; z = 15.2 m

F = k x ln (max (z/Z)/L) = 0.22 x ln (max (15.2 , 5)/0.3) = 0.8636

Coeficiente de presión: c_p

α = 0° ; φ = 0 ; A_r = 3 x 10 = 30 m^2

A = 8 x 2.4 x (-0.6) = - 11.52

B = 2 x 3 x 1 x (-1.3) = - 7.8

C = 2 x 8 x 0.3 x (-1.4) = - 6.72

$c_p = \frac{A+B+C}{Ar} = \frac{-26.04}{30}$ = -0.868

Q_w = 0.52 x 2.0756 x (-0.868) = - 0.9368 KN/m^2

- 0.9368 x 0.5 = -0.4684 KN/m = -0.4684 / 9.8 = -0.048 t/m

- Reacciones de la viga continua donde se apoyará el solado:

Peso propio

↑ 0.016 t ↑ 0.45 t ↑ 0.37 t ↑ 0.45 t ↑ 0.016 t

Sobrecarga de uso

↑ 0.251 t ↑ 0.728 t ↑ 0.592 t ↑ 0.728 t ↑ 0.251 t

Viento (hipótesis 2)

↑-0.047 t ↑ -0.137 t ↑ -0.111 t ↑ -0.137 t ↑- 0.047 t

- Peso del vidrio de seguridad

Espesor = 10 mm (5 + 5) → 25.15 Kg/m^2

25.15 x 4 (altura de la pasarela) = 100.6 Kg/m = 0.1 t/m

- Peso de la cubierta

Falso techo = 0.02 t/m^2

Hormigón = 0.1 (espesor hormigón) x 25 t/m^3 = 0.25 t/m^2

(0.02 + 0.25) x 3 x 0.5 = 0.405 t/m

-Nieve

0.7 KN/m^2 x 3 x 0.5 = 1.05 KN/m = 0.107 t/m

- Viento (hipótesis 1)

q_b = 0.52 KN/m^2 c_e = 2.0756 (es el mismo valor para todas las hipótesis)

A = 10 x 4 = 40 m^2 $\frac{h}{d} = \frac{4}{3}$ = 1.33

mediante las tablas del CTE obtendremos los valores de c_p

D = 0.8 E = -0.516 (este valor se obtiene por interpolación)

Q_D = 0.52 x 2.0756 x 0.8 = 0.8634 KN/m^2 = 0.088 t/m^2

Q_E = 0.52 x 2.0756 x (-0.516) = -0.057 t/m^2

- Viento (hipótesis 3)

q_b = 0.52 KN/m^2 c_e = 2.0756 (es el mismo valor para todas las hipótesis)

$\alpha = 0°$ $\varphi = 0$ A_r = 3 x 10 = 30 m^2

mediante las tablas del CTE obtendremos un valor medio de c_p

A = 8 x 2.4 x 0.6 = 11.52

B = 2 x 3 x 1 x 1.3 = 7.8

C = 2 x 8 x 0.3 x 1.4 = 6.72

A + B + C = -26.04

$$c_p = \frac{A + B + C}{Ar} = \frac{26.04}{30} = 0.868$$

Q = 0.52 x 2.0756 x (0.868) = 0.9368 KN/m^2 = 0.096 t/m^2

2.2 Comprobación E.L.U.

A continuación se muestra un resumen de la comprobación E.L.U. Para poder ver todos los cálculos de comprobación ir al anexo 1.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	`l	l_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N1/N3	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 3.4	x: 2.5 m h = 3.6	x: 2.5 m h = 1.7	x: 2.5 m h = 1.4	h = 0.1	h < 0.1	x: 0.208 m h < 0.1	x: 1.25 m h = 7.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.3	h = 0.1	**CUMPLE h = 7.5**
N3/N4	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 12.7	h = 1.4	x: 1.25 m h = 4.1	x: 2.5 m h = 3.9	x: 0 m h = 1.4	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 1.25 m h = 16.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.3	h = 0.1	**CUMPLE h = 16.8**
N4/N5	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 12.7	h = 1.5	x: 1.25 m h = 4.1	x: 0 m h = 3.9	x: 2.5 m h = 1.4	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 1.25 m h = 16.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.5 m h = 1.3	h = 0.1	**CUMPLE h = 16.8**
N5/N6	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 4.1	x: 0 m h = 3.6	x: 0 m h = 1.7	x: 0 m h = 1.4	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 1.25 m h = 8.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.5 m h = 1.3	h = 0.1	**CUMPLE h = 8.2**
N2/N7	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 1.1	x: 2.5 m h = 4.0	x: 2.5 m h = 1.7	x: 2.5 m h = 1.4	h = 0.1	h < 0.1	x: 0.208 m h < 0.1	x: 2.5 m h = 6.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.5 m h = 1.3	h = 0.1	**CUMPLE h = 6.5**
N7/N8	`l £ 3.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 14.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 1.25 m h = 4.1	x: 2.5 m h = 3.9	x: 0 m h = 1.4	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 1.458 m h = 20.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.4	h = 0.1	**CUMPLE h = 20.8**
N8/N9	`l £ 3.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 14.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 1.25 m h = 4.1	x: 0 m h = 3.9	x: 2.5 m h = 1.4	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 1.042 m h = 21.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.5 m h = 1.4	h = 0.1	**CUMPLE h = 21.2**
N9/N10	`l £ 3.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 4.0	x: 0 m h = 1.7	x: 0 m h = 1.4	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 5.7	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.3	h = 0.1	**CUMPLE h = 5.7**
N1/N11	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 89.8	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 4.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	h = 0.1	N.P.(4)	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 96.7	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 96.7**
N11/N13	`l < 2.0 Cumple	x: 0.188 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 13.9	h = 34.4	x: 1.5 m h = 2.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 1.5 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.188 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1.5 m h = 35.5	x: 0.188 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 35.5**
N13/N12	`l £ 3.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 29.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 2.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0 m h = 31.6	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 31.6**
N2/N12	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4 m h = 0.8	x: 0 m h = 76.4	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 4.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	h = 0.1	N.P.(4)	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 83.4	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 83.4**
N14/N11	`l < 2.0 Cumple	x: 0.177 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 0.707 m h = 23.2	x: 0 m h = 32.7	x: 0.354 m h = 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.177 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0.354 m h = 32.8	x: 0.177 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 32.8**
N14/N15	`l < 2.0 Cumple	x: 0.2 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 17.4	x: 1 m h = 0.8	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.2 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1 m h = 18.3	x: 0.2 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 18.3**
N15/N12	`l < 2.0 Cumple	x: 0.177 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 67.0	x: 0.354 m h = 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.177 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0.354 m h = 67.1	x: 0.177 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 67.1**
N15/N13	`l < 2.0 Cumple	x: 0.186 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 53.3	x: 0.559 m h = 0.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.186 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0.559 m h = 53.8	x: 0.186 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 53.8**
N14/N13	`l < 2.0 Cumple	x: 0.186 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 1.118 m h = 30.4	x: 0 m h = 0.4	x: 0.559 m h = 0.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.186 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0.559 m h = 30.7	x: 0.186 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 30.7**
N1/N14	`l < 2.0 Cumple	x: 0.221 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 3.536 m h = 15.6	x: 0 m h = 32.9	x: 1.768 m h = 0.3	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.221 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1.326 m h = 33.1	x: 0.221 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 33.1**
N2/N15	`l < 2.0 Cumple	x: 0.221 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 90.5	x: 1.768 m h = 0.3	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.221 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1.326 m h = 90.9	x: 0.221 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 90.9**
N11/N16	`l < 2.0 Cumple	x: 0.208 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 17.4	x: 2.5 m h = 20.8	x: 2.5 m h = 2.7	x: 2.5 m h = 7.1	h = 0.2	x: 0.208 m h < 0.1	x: 0.208 m h < 0.1	x: 2.5 m h = 38.5	x: 0.208 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 38.5**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	`l	l_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N16/N17	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 22.6	x: 0 m h = 20.8	x: 0 m h = 2.7	x: 0 m h = 6.3	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 42.8	h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 42.8**
N17/N18	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 22.6	x: 2.5 m h = 20.8	x: 2.5 m h = 2.7	x: 2.5 m h = 6.3	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.5 m h = 42.8	h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 42.8**
N18/N19	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 17.4	x: 0 m h = 20.8	x: 0 m h = 2.7	x: 0 m h = 7.1	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 38.5	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 38.5**
N6/N19	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 89.3	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 4.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	h = 0.1	N.P.(4)	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 96.3	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 96.3**
N3/N16	`l < 2.0 Cumple	N.P.(8)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 69.5	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 69.5**
N4/N17	`l < 2.0 Cumple	N.P.(8)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 39.9	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 39.9**
N5/N18	`l < 2.0 Cumple	N.P.(8)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 69.5	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 69.5**
N12/N20	`l < 2.0 Cumple	x: 0.208 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 17.4	x: 2.5 m h = 20.6	x: 2.5 m h = 2.3	x: 2.5 m h = 7.1	h = 0.1	x: 0.208 m h < 0.1	x: 0.208 m h < 0.1	x: 2.5 m h = 37.3	x: 0.208 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 37.3**
N20/N21	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 22.6	x: 0 m h = 20.6	x: 0 m h = 2.3	x: 0 m h = 6.3	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 42.2	h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 42.2**
N21/N22	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 22.6	x: 2.5 m h = 20.6	x: 2.5 m h = 2.3	x: 2.5 m h = 6.3	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.5 m h = 42.2	h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 42.2**
N22/N23	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 17.4	x: 0 m h = 20.6	x: 0 m h = 2.3	x: 0 m h = 7.1	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 37.2	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 37.2**
N10/N23	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4 m h = 0.6	x: 0 m h = 76.4	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 4.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	h = 0.1	N.P.(4)	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 83.4	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 83.4**
N9/N22	`l < 2.0 Cumple	N.P.(8)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 69.5	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 69.5**
N8/N21	`l < 2.0 Cumple	N.P.(8)	x: 4 m h = 4.5	x: 0 m h = 19.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 19.4**
N7/N20	`l < 2.0 Cumple	N.P.(8)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 69.5	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 69.5**
N3/N11	`l £ 3.0 Cumple	x: 0.295 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4.717 m h = 47.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.358 m h = 2.7	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.295 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 2.358 m h = 50.2	x: 0.295 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 50.2**
N4/N16	`l £ 3.0 Cumple	x: 0.295 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4.717 m h = 14.2	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.358 m h = 2.7	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.295 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 2.358 m h = 16.8	x: 0.295 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 16.8**
N4/N18	`l £ 3.0 Cumple	x: 0.295 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4.717 m h = 14.2	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.358 m h = 2.7	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.295 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 2.358 m h = 16.8	x: 0.295 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 16.8**
N5/N19	`l £ 3.0 Cumple	x: 0.295 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4.717 m h = 47.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.358 m h = 2.7	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.295 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 2.358 m h = 50.2	x: 0.295 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 50.2**
N9/N23	`l £ 3.0 Cumple	x: 0.295 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4.717 m h = 47.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.358 m h = 2.7	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.295 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 2.358 m h = 50.2	x: 0.295 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 50.2**
N8/N22	`l £ 3.0 Cumple	x: 0.295 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4.717 m h = 15.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.358 m h = 2.7	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.295 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 2.358 m h = 17.6	x: 0.295 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 17.6**
N7/N12	`l £ 3.0 Cumple	x: 0.295 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4.717 m h = 47.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.358 m h = 2.7	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.295 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 2.358 m h = 50.2	x: 0.295 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 50.2**
N8/N20	`l £ 3.0 Cumple	x: 0.295 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4.717 m h = 15.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.358 m h = 2.7	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.295 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 2.358 m h = 17.9	x: 0.295 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 17.9**
N19/N26	`l < 2.0 Cumple	x: 0.188 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 13.9	h = 32.6	x: 1.5 m h = 2.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 1.5 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.188 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1.5 m h = 33.8	x: 0.188 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 33.8**
N26/N23	`l £ 3.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 28.8	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 2.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0 m h = 30.9	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 30.9**
N24/N19	`l < 2.0 Cumple	x: 0.177 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 0.707 m h = 22.0	x: 0 m h = 32.7	x: 0.354 m h = 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.177 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0.354 m h = 32.8	x: 0.177 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 32.8**
N24/N25	`l < 2.0 Cumple	x: 0.2 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 17.4	x: 1 m h = 0.8	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.2 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1 m h = 18.3	x: 0.2 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 18.3**
N25/N23	`l < 2.0 Cumple	x: 0.177 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 65.4	x: 0.354 m h = 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.177 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0.354 m h = 65.6	x: 0.177 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 65.6**
N24/N26	`l < 2.0 Cumple	x: 0.186 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 1.118 m h = 29.2	x: 0 m h = 0.4	x: 0.559 m h = 0.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.186 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0.559 m h = 29.5	x: 0.186 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 29.5**
N25/N26	`l < 2.0 Cumple	x: 0.186 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 51.2	x: 0.559 m h = 0.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.186 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0.559 m h = 51.7	x: 0.186 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 51.7**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	`l	l_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N6/N24	`l < 2.0 Cumple	x: 0.221 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 3.536 m h = 14.8	x: 0 m h = 32.9	x: 1.768 m h = 0.3	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.221 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1.326 m h = 33.1	x: 0.221 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 33.1**
N10/N25	`l < 2.0 Cumple	x: 0.221 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 88.0	x: 1.768 m h = 0.3	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.221 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1.326 m h = 88.4	x: 0.221 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 88.4**
N3/N7	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 2.9	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 1.5 m h = 96.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0 m h = 18.1	N.P.(4)	x: 0.214 m h < 0.1	x: 1.5 m h = 99.1	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 99.1**
N4/N8	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 1.8	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 1.5 m h = 78.8	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0 m h = 14.8	N.P.(4)	x: 0.214 m h < 0.1	x: 1.5 m h = 80.3	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 80.3**
N5/N9	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 2.6	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 1.5 m h = 96.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0 m h = 18.1	N.P.(4)	x: 0.214 m h < 0.1	x: 1.5 m h = 98.8	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 98.8**
N16/N20	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 16.6	x: 1.5 m h = 2.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1.5 m h = 19.3	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 19.3**
N17/N28	`l < 2.0 Cumple	x: 0.188 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 2.6	h = 20.4	x: 1.5 m h = 0.9	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 1.5 m h = 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.188 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1.5 m h = 20.9	x: 0.188 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 20.9**
N28/N21	`l £ 3.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 12.4	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 0.9	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0 m h = 13.2	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 13.2**
N18/N22	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 15.1	x: 1.5 m h = 2.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1.5 m h = 17.8	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 17.8**
N27/N28	`l < 2.0 Cumple	x: 0.186 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 1.118 m h = 16.6	x: 0 m h = 0.3	x: 0.559 m h = 0.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.186 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0.559 m h = 16.9	x: 0.186 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 16.9**
N27/N29	`l < 2.0 Cumple	x: 0.2 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 3.2	x: 1 m h = 0.8	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.2 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1 m h = 4.0	x: 0.2 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 4.0**
N29/N28	`l < 2.0 Cumple	x: 0.186 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 29.2	x: 0.559 m h = 0.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h = 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.186 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0.559 m h = 29.6	x: 0.186 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 29.6**
N27/N17	`l < 2.0 Cumple	x: 0.177 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 0.707 m h = 15.2	x: 0 m h = 6.1	x: 0.354 m h = 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.177 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0.354 m h = 15.2	x: 0.177 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 15.2**
N29/N21	`l < 2.0 Cumple	x: 0.177 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 26.4	x: 0.354 m h = 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.177 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0.354 m h = 26.5	x: 0.177 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 26.5**
N8/N29	`l < 2.0 Cumple	x: 0.221 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 39.8	x: 1.768 m h = 0.3	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.221 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1.326 m h = 40.0	x: 0.221 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 40.0**
N4/N27	`l < 2.0 Cumple	x: 0.221 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 3.536 m h = 9.4	x: 0 m h = 6.8	x: 1.768 m h = 0.3	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0 m h < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.221 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 1.989 m h = 9.5	x: 0.221 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 9.5**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	`l	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N1/N7	`l £ 4.0 Cumple	h = 93.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 93.6**
N4/N7	`l £ 4.0 Cumple	h = 2.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 2.6**
N4/N9	`l £ 4.0 Cumple	h = 2.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 2.6**
N6/N9	`l £ 4.0 Cumple	h = 85.2	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 85.2**
N5/N10	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE**
N5/N8	`l £ 4.0 Cumple	h = 38.0	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 38.0**
N3/N8	`l £ 4.0 Cumple	h = 46.4	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 46.4**
N3/N2	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE**
N16/N12	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE**
N16/N21	`l £ 4.0 Cumple	h = 6.8	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 6.8**
N18/N21	`l £ 4.0 Cumple	h = 3.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 3.9**
N18/N23	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE**
N19/N22	`l £ 4.0 Cumple	h = 46.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 46.5**
N17/N22	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	`l	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N17/N20	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE**
N11/N20	`l £ 4.0 Cumple	h = 49.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE h = 49.5**

Notación:

`l: Limitación de esbeltez
l_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

3. Torre

3.1. Cargas

- Peso propio de la estructura (PP)

    - Peso del solado

    - Peso del vidrio de seguridad

    - Peso de la cubierta

    - Sobrecarga de uso

    - Viento (3 hipótesis)

    - Nieve

    - Reacciones de la pasarela

Primero se han calculado las cargas que se introducirán en las vigas donde se apoyará el solado y estarán separadas entre sí 0.5 m. Las dimensiones de estas vigas serán de 7 m y de 2 m y de sección rectangular.

- Peso del solado (madera de teca)

    Densidad = 700 kg/m^3

    Dimensiones: 3000 x 110 x 28 mm

    700 kg/m^3 x 0.028 m x 0.5 m = 9.8 kg/m = 9.8 x 10^{-3} t/m

- Sobrecarga de uso

    Categoría de uso C (zonas públicas sin obstáculos): 5 KN/m^2 = 0.255 t/m

Reacciones de las vigas donde se apoyará el solado:

- Peso propio

↑ 0.011 t ↑ 0.45 t ↑ 0.45 t ↑ 0.011 t

- Sobrecarga de uso

↑ 0.169 t ↑ 0.723 t ↑ 0.723 t ↑ 0.169 t

- Peso propio

↑ 0.016 t ↑ 0.016 t

- Sobrecarga de uso

↑ 0.255 t ↑ 0.255 t

- <u>Viento (Hipótesis 1)</u>

q_b = 0.52 KN/m^2 c_e = 2.0756 (es el mismo valor para todas las hipótesis)

A = 15.2 x 3 = 45.6 m^2 $\frac{h}{d} = \frac{15.2}{3}$ = 5.07

mediante las tablas del CTE obtendremos los valores de c_p

D = 0.8 E = -0.7

Q_D = 0.52 x 2.0756 x 0.8 = 0.8634 KN/m^2 = 0.088 t/m^2

Q_E = 0.52 x 2.0756 x (-0.516) = -0.077 t/m^2

- <u>Viento (Hipótesis 2)</u>

q_b = 0.52 KN/m^2 c_e = 2.0756 (es el mismo valor para todas las hipótesis)

$\alpha = 0°$ $\varphi = 0$ A_r = 3 x 10 = 30 m^2

mediante las tablas del CTE obtendremos un valor medio de c_p

A = 5.6 x 5.6 x (- 0.6) = -18.816

B = 2 x 7 x 0.7 x (- 1.3) = -12.74

C = 2 x 5.6 x 0.7 x (- 1.4) = -10.976

A + B + C = -42.532

$c_p = \frac{A+B+C}{Ar} = \frac{-42.532}{49}$ = -0.868

$$Q = 0.52 \times 2.0756 \times (-0.868) = -0.9368\ KN/m^2 = -0.096\ t/m^2$$

- <u>Viento (Hipótesis 3)</u>

Los valores de esta hipótesis serán los mismo que el de la hipótesis 1, ya que la torre es simétrica.

- <u>Peso de la cubierta</u>

$$\text{Falso techo} = 0.02\ t/m^2$$

$$\text{Hormigón} = 0.1\ (\text{espesor hormigón}) \times 25\ t/m^3 = 0.25\ t/m^2$$

$$Q = 0.02 + 0.25 = 0.27\ t/m^2$$

-<u>Nieve</u>

$$Q = 0.7\ KN/m^2 / 9.8 = 0.0714\ t/m^2$$

3.2. Comprobación E.L.U.

A continuación se muestra un resumen de la comprobación E.L.U. Para poder ver todos los cálculos de comprobación ir al anexo 2.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	`l	l_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N1/N2	`l < 2.0 Cumple	x: 0.2 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 0.2	x: 2 m h = 15.0	x: 2 m h = 6.2	x: 2 m h = 5.6	h = 0.2	x: 0.2 m h < 0.1	x: 0.2 m h < 0.1	x: 2 m h = 20.2	x: 0.2 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 20.2**
N2/N50	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.4	h = 0.4	x: 0 m h = 17.9	x: 0 m h = 6.3	x: 0 m h = 62.8	h = 0.3	x: 0 m h = 17.9	h < 0.1	x: 0 m h = 24.3	x: 0 m h = 24.3	h = 6.4	x: 0 m h = 54.9	h = 0.2	**CUMPLE h = 62.8**
N50/N49	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.3	h = 1.8	x: 1.25 m h = 24.1	x: 0 m h = 5.3	x: 0 m h = 6.3	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 1.25 m h = 25.1	h < 0.1	h = 6.4	x: 0 m h = 6.4	h = 0.2	**CUMPLE h = 25.1**
N49/N3	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 2.0	x: 0 m h = 18.1	x: 0.25 m h = 5.6	x: 0.25 m h = 66.1	h = 0.3	x: 0 m h = 18.3	h < 0.1	x: 0 m h = 24.6	x: 0 m h = 24.7	h = 6.4	x: 0.25 m h = 67.2	h = 0.2	**CUMPLE h = 67.2**
N3/N4	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 0.2	x: 0 m h = 14.2	x: 0 m h = 5.6	x: 0 m h = 5.4	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 17.6	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 17.6**
N1/N12	`l £ 3.0 Cumple	x: 0.2 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 2 m h = 5.0	x: 2 m h = 3.9	x: 2 m h = 2.2	h = 0.2	x: 0.2 m h < 0.1	x: 0.2 m h < 0.1	x: 2 m h = 8.6	x: 0.2 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 8.6**
N12/N11	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.3	h = 0.2	x: 3 m h = 5.4	x: 0 m h = 3.9	x: 3 m h = 1.4	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 8.4	h < 0.1	h = 6.7	x: 0 m h = 1.3	h = 0.1	**CUMPLE h = 8.4**
N11/N10	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 5.1	x: 0 m h = 3.8	x: 0 m h = 2.3	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 8.8	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 8.8**
N10/N9	`l < 2.0 Cumple	x: 0.2 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 0.1	x: 2 m h = 8.0	x: 2 m h = 1.7	x: 2 m h = 3.7	h = 0.1	x: 0.2 m h < 0.1	x: 0.2 m h < 0.1	x: 2 m h = 9.3	x: 0.2 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 9.3**
N9/N8	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 0.1	x: 1.5 m h = 8.6	x: 0 m h = 1.7	x: 0 m h = 6.3	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 9.3	h < 0.1	h = 2.9	x: 0 m h = 6.3	h < 0.1	**CUMPLE h = 9.3**
N8/N7	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 7.8	x: 0 m h = 0.8	x: 0 m h = 3.6	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 8.5	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 8.5**
N4/N5	`l < 2.0 Cumple	x: 0.2 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 0.5	x: 2 m h = 6.3	x: 2 m h = 3.9	x: 2 m h = 2.6	h = 0.2	x: 0.2 m h < 0.1	x: 0.2 m h < 0.1	x: 2 m h = 8.6	x: 0.2 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 8.6**
N5/N6	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 1.3	x: 0 m h = 4.9	x: 0 m h = 3.9	x: 0 m h = 1.4	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 8.4	h < 0.1	h = 6.2	x: 0 m h = 1.3	h = 0.1	**CUMPLE h = 8.4**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	`l	l_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N6/N7	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 5.6	x: 0 m h = 3.8	x: 0 m h = 2.4	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 8.8	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 8.8**
N13/N5	x: 0 m `l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 2.005 m h = 0.1	x: 0.877 m h = 0.2	x: 0 m h = 11.3	x: 0 m h = 6.8	x: 0.999 m h = 5.6	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 14.7	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 14.7**
N16/N13	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 1.7	x: 3 m h = 13.2	x: 3 m h = 4.0	x: 3 m h = 5.9	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 18.1	h < 0.1	h = 0.1	x: 3 m h = 4.2	h = 0.1	**CUMPLE h = 18.1**
N12/N16	x: 2.005 m `l < 2.0 Cumple	x: 2.005 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 1.3	x: 2.005 m h = 12.3	x: 2.005 m h = 7.4	x: 1.001 m h = 5.9	h = 0.3	x: 0.063 m h < 0.1	x: 0.063 m h < 0.1	x: 2.005 m h = 19.8	x: 0.063 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 19.8**
N11/N15	x: 2.005 m `l < 2.0 Cumple	x: 2.005 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 0.9	x: 2.005 m h = 11.7	x: 2.005 m h = 10.8	x: 1.001 m h = 5.7	h = 0.4	x: 0.063 m h < 0.1	x: 0.063 m h < 0.1	x: 2.005 m h = 22.4	x: 0.063 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 22.4**
N15/N14	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 0.9	x: 3 m h = 7.4	h = 0.4	x: 3 m h = 3.5	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 8.0	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 2.8	h < 0.1	**CUMPLE h = 8.0**
N14/N6	x: 0 m `l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.877 m h = 0.5	x: 0 m h = 10.9	x: 0 m h = 9.1	x: 0.999 m h = 5.4	h = 0.3	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 17.1	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 17.1**
N3/N13	x: 2.005 m `l < 2.0 Cumple	x: 2.005 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 2.0	x: 2.005 m h = 49.9	x: 2.005 m h = 22.0	x: 0 m h = 27.0	h = 0.8	x: 0.063 m h < 0.1	x: 0.063 m h < 0.1	x: 2.005 m h = 69.3	x: 0.063 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 69.3**
N13/N14	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 1.1	x: 0 m h = 17.8	x: 0 m h = 6.4	x: 0 m h = 4.1	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 22.7	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 3.9	h = 0.2	**CUMPLE h = 22.7**
N14/N8	x: 0 m `l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.005 m h = 0.8	x: 0 m h = 10.8	x: 0 m h = 5.0	x: 2.005 m h = 5.7	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 14.2	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 14.2**
N15/N9	x: 0 m `l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.005 m h = 0.8	x: 0 m h = 10.8	x: 0 m h = 4.2	x: 2.005 m h = 5.7	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 13.8	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 13.8**
N16/N15	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 1.1	x: 0 m h = 17.8	x: 0 m h = 6.2	x: 0 m h = 4.1	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 19.9	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 3.4	h = 0.2	**CUMPLE h = 19.9**
N2/N16	x: 2.005 m `l < 2.0 Cumple	x: 2.005 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 1.6	x: 2.005 m h = 48.0	x: 2.005 m h = 20.3	x: 0 m h = 25.9	h = 0.7	x: 0.063 m h < 0.1	x: 0.063 m h < 0.1	x: 2.005 m h = 54.3	x: 0.063 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 54.3**
N17/N18	`l < 2.0 Cumple	x: 0.2 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 0.2	x: 2 m h = 4.6	x: 2 m h = 0.3	x: 0 m h = 1.5	h < 0.1	x: 0.2 m h < 0.1	x: 0.2 m h < 0.1	x: 2 m h = 4.8	x: 0.2 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 4.8**
N18/N20	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 0.4	x: 3 m h = 5.1	x: 3 m h = 0.8	x: 0 m h = 1.1	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 5.8	h < 0.1	h = 0.7	x: 0 m h = 0.9	h < 0.1	**CUMPLE h = 5.8**
N20/N21	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 5.4	x: 0 m h = 0.7	x: 2 m h = 1.8	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 5.9	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 5.9**
N17/N19	`l £ 3.0 Cumple	x: 0.2 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 2 m h = 4.2	x: 2 m h = 2.2	x: 2 m h = 1.4	h = 0.1	x: 0.2 m h < 0.1	x: 0.2 m h < 0.1	x: 2 m h = 6.0	x: 0.2 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 6.0**
N19/N28	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 0.2	x: 3 m h = 4.2	x: 3 m h = 3.1	x: 3 m h = 0.6	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 7.3	h < 0.1	h = 1.3	x: 0 m h = 0.5	h = 0.1	**CUMPLE h = 7.3**
N28/N27	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 4.2	x: 0 m h = 3.1	x: 0 m h = 1.4	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 7.3	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 7.3**
N27/N26	`l < 2.0 Cumple	x: 0.2 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 0.2	x: 2 m h = 3.6	x: 2 m h = 4.7	x: 2 m h = 1.3	h = 0.2	x: 0.2 m h < 0.1	x: 0.2 m h < 0.1	x: 2 m h = 8.3	x: 0.2 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 8.3**
N26/N25	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 3.5	x: 0 m h = 4.7	x: 0 m h = 0.5	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 8.1	h < 0.1	h = 2.7	x: 0 m h = 0.5	h = 0.1	**CUMPLE h = 8.1**
N25/N24	`l £ 3.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 0 m h = 3.5	x: 0 m h = 4.2	x: 0 m h = 1.3	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 7.1	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 7.1**
N21/N22	`l < 2.0 Cumple	x: 0.2 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 0.2	x: 2 m h = 4.3	x: 2 m h = 2.2	x: 2 m h = 1.5	h = 0.1	x: 0.2 m h < 0.1	x: 0.2 m h < 0.1	x: 2 m h = 6.0	x: 0.2 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 6.0**
N22/N23	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 0.5	x: 0 m h = 4.3	x: 3 m h = 3.1	x: 0 m h = 0.6	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 6.9	h < 0.1	h = 1.3	x: 0 m h = 0.5	h = 0.1	**CUMPLE h = 6.9**
N23/N24	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 0.3	x: 0 m h = 4.0	x: 0 m h = 3.1	x: 0 m h = 1.4	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 7.1	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 7.1**
N31/N22	x: 0 m `l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.005 m h = 0.1	x: 0 m h = 8.6	x: 0 m h = 1.6	x: 2.005 m h = 4.5	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 9.8	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 9.8**
N30/N31	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 0.1	x: 3 m h = 4.4	x: 3 m h = 0.4	x: 3 m h = 0.9	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 4.8	h < 0.1	h = 0.1	x: 3 m h = 0.6	h < 0.1	**CUMPLE h = 4.8**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	`l	l_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N19/N30	x: 2.005 m `l < 2.0 Cumple	x: 2.005 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 0.7	x: 2.005 m h = 6.2	x: 2.005 m h = 2.0	x: 0 m h = 3.2	h = 0.1	x: 0.063 m h < 0.1	x: 0.063 m h < 0.1	x: 2.005 m h = 7.3	x: 0.063 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 7.3**
N28/N29	x: 2.005 m `l < 2.0 Cumple	x: 2.005 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 0.7	x: 2.005 m h = 6.3	x: 2.005 m h = 2.6	x: 0 m h = 3.2	h = 0.1	x: 0.063 m h < 0.1	x: 0.063 m h < 0.1	x: 2.005 m h = 8.7	x: 0.063 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 8.7**
N29/N32	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 0.4	x: 3 m h = 3.5	x: 3 m h = 0.9	x: 3 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 4.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 0.3	h < 0.1	**CUMPLE h = 4.6**
N32/N23	x: 0 m `l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.005 m h = 0.3	x: 0 m h = 7.1	x: 0 m h = 2.6	x: 2.005 m h = 3.7	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 8.7	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 8.7**
N20/N31	x: 2.005 m `l < 2.0 Cumple	x: 2.005 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 0 m h = 0.2	x: 0 m h = 1.2	x: 2.005 m h = 38.2	x: 2.005 m h = 1.2	x: 0 m h = 20.6	h < 0.1	x: 0.063 m h < 0.1	x: 0.063 m h < 0.1	x: 2.005 m h = 39.5	x: 0.063 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 39.5**
N31/N32	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 0.4	x: 0 m h = 18.8	x: 3 m h = 1.0	x: 0 m h = 3.5	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 19.1	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 3.2	h < 0.1	**CUMPLE h = 19.1**
N32/N25	x: 0 m `l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.005 m h = 0.7	x: 0 m h = 8.5	x: 0 m h = 3.6	x: 2.005 m h = 4.4	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 10.9	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 10.9**
N29/N26	x: 0 m `l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 2.005 m h = 0.7	x: 0 m h = 8.7	x: 0 m h = 4.4	x: 2.005 m h = 4.5	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 12.6	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 12.6**
N30/N29	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h < 0.1	h = 0.3	x: 0 m h = 18.3	x: 3 m h = 0.9	x: 0 m h = 3.4	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 18.5	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 3.2	h < 0.1	**CUMPLE h = 18.5**
N18/N30	x: 2.005 m `l < 2.0 Cumple	x: 2.005 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 0 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.6	x: 2.005 m h = 37.2	x: 2.005 m h = 1.0	x: 0 m h = 20.0	h < 0.1	x: 0.063 m h < 0.1	x: 0.063 m h < 0.1	x: 2.005 m h = 37.7	x: 0.063 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 37.7**
N1/N17	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 8.1	x: 0 m h = 6.8	x: 0 m h = 14.6	h = 0.2	h = 0.3	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 26.2	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 26.2**
N12/N19	`l < 2.0 Cumple	N.P.(5)	x: 4 m h = 0.2	x: 0 m h = 13.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 13.1**
N11/N28	`l < 2.0 Cumple	N.P.(5)	x: 4 m h = 0.3	x: 0 m h = 10.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 10.1**
N10/N27	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4 m h = 0.1	x: 0 m h = 2.9	x: 0 m h = 7.3	x: 0 m h = 8.5	h = 0.2	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 10.9	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 10.9**
N7/N24	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4 m h = 0.1	x: 0 m h = 3.3	x: 0 m h = 7.3	x: 0 m h = 6.0	h = 0.2	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 10.1	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 10.1**
N8/N25	`l < 2.0 Cumple	N.P.(5)	x: 4 m h = 1.7	x: 0 m h = 6.6	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 6.6**
N9/N26	`l < 2.0 Cumple	N.P.(5)	x: 4 m h = 1.7	x: 0 m h = 6.6	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 6.6**
N6/N23	`l < 2.0 Cumple	N.P.(5)	x: 4 m h = 0.6	x: 0 m h = 7.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 7.4**
N5/N22	`l < 2.0 Cumple	N.P.(5)	x: 4 m h = 1.2	x: 0 m h = 7.8	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 7.8**
N4/N21	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 8.6	x: 0 m h = 6.6	x: 0 m h = 13.5	h = 0.2	h = 0.3	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 26.2	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 26.2**
N36/N35	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4 m h = 1.0	x: 0 m h = 22.6	x: 0 m h = 11.3	x: 0 m h = 7.2	h = 2.9	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 27.4	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.1	h = 0.2	**CUMPLE h = 27.4**
N35/N34	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 2.4 m h = 0.4	x: 0 m h = 19.2	x: 0 m h = 1.3	x: 0 m h = 2.2	h = 0.9	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 20.6	h < 0.1	h = 0.3	h < 0.1	h = 0.1	**CUMPLE h = 20.6**
N34/N33	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 17.1	x: 2.4 m h = 2.5	x: 0 m h = 0.3	h = 1.0	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 17.2	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.1	h < 0.1	**CUMPLE h = 17.2**
N33/N16	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 15.9	x: 2.4 m h = 6.2	x: 2.4 m h = 7.3	h = 1.8	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.4 m h = 20.5	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.4	h = 0.3	**CUMPLE h = 20.5**
N16/N30	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 7.3	x: 0 m h = 3.0	x: 0 m h = 6.0	h = 0.9	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 12.0	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 12.0**
N37/N38	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4 m h = 2.0	x: 0 m h = 4.0	x: 0 m h = 8.7	x: 0 m h = 7.2	h = 2.7	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 12.7	h < 0.1	h = 0.3	h < 0.1	h = 0.2	**CUMPLE h = 12.7**
N38/N39	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 2.4 m h = 1.2	x: 0 m h = 3.5	x: 2.4 m h = 0.8	x: 0 m h = 2.2	h = 0.2	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.6	h < 0.1	h = 0.3	h < 0.1	h = 0.1	**CUMPLE h = 3.6**
N39/N40	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 2.4 m h = 0.6	x: 0 m h = 3.2	x: 2.4 m h = 1.6	x: 0 m h = 0.3	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.4	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.1	h < 0.1	**CUMPLE h = 3.4**
N40/N15	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 2.4 m h = 0.1	x: 0 m h = 3.2	x: 2.4 m h = 3.1	x: 2.4 m h = 5.9	h = 0.8	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.4 m h = 8.1	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.4	h = 0.3	**CUMPLE h = 8.1**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	`l	l_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N15/N29	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 2.1	x: 0 m h = 1.8	x: 0 m h = 4.2	h = 0.5	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 5.7	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 5.7**
N33/N40	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 52.9	x: 1.5 m h = 2.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(8)	x: 1.5 m h = 55.8	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 55.8**
N34/N39	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 62.1	x: 1.5 m h = 2.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(8)	x: 1.5 m h = 65.2	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 65.2**
N35/N38	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 64.3	x: 1.5 m h = 2.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(8)	x: 1.5 m h = 67.4	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 67.4**
N44/N43	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4 m h = 1.5	x: 0 m h = 11.9	x: 0 m h = 8.7	x: 0 m h = 7.2	h = 2.7	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 22.6	h < 0.1	h = 0.3	h < 0.1	h = 0.2	**CUMPLE h = 22.6**
N43/N42	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 2.4 m h = 0.8	x: 0 m h = 10.5	x: 2.4 m h = 0.9	x: 0 m h = 2.2	h = 0.2	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 11.4	h < 0.1	h = 0.3	h < 0.1	h = 0.1	**CUMPLE h = 11.4**
N42/N41	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 2.4 m h = 0.3	x: 0 m h = 7.9	x: 2.4 m h = 1.3	x: 0 m h = 0.3	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 9.0	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.1	h < 0.1	**CUMPLE h = 9.0**
N41/N14	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 5.8	x: 2.4 m h = 1.9	x: 2.4 m h = 5.9	h = 0.4	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.4 m h = 7.4	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.4	h = 0.3	**CUMPLE h = 7.4**
N14/N32	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 2.7	x: 0 m h = 0.9	x: 0 m h = 4.2	h = 0.3	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 5.7	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 5.7**
N40/N41	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 38.1	x: 1.5 m h = 2.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(8)	x: 1.5 m h = 40.8	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 40.8**
N39/N42	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 50.4	x: 1.5 m h = 2.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(8)	x: 1.5 m h = 53.2	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 53.2**
N38/N43	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 27.4	x: 1.5 m h = 2.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(8)	x: 1.5 m h = 29.9	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 29.9**
N48/N47	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 25.4	x: 0 m h = 11.4	x: 0 m h = 7.2	h = 3.0	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 40.2	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.1	h = 0.2	**CUMPLE h = 40.2**
N47/N46	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 23.1	x: 0 m h = 1.2	x: 0 m h = 2.2	h = 0.8	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 24.8	h < 0.1	h = 0.3	h < 0.1	h = 0.1	**CUMPLE h = 24.8**
N46/N45	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 20.8	x: 2.4 m h = 2.2	x: 0 m h = 0.3	h = 0.8	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.4 m h = 23.0	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.1	h < 0.1	**CUMPLE h = 23.0**
N45/N13	`l < 2.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 18.4	x: 2.4 m h = 4.7	x: 2.4 m h = 8.7	h = 1.3	h = 0.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.4 m h = 28.2	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.4	h = 0.3	**CUMPLE h = 28.2**
N13/N31	`l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 7.6	x: 0 m h = 1.7	x: 0 m h = 6.1	h = 0.5	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 12.1	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 12.1**
N45/N41	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 52.9	x: 1.5 m h = 2.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(8)	x: 1.5 m h = 55.8	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 55.8**
N46/N42	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 62.1	x: 1.5 m h = 2.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(8)	x: 1.5 m h = 65.2	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 65.2**
N47/N43	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	h = 0.1	h = 64.3	x: 1.5 m h = 2.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(8)	x: 1.5 m h = 67.4	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 67.4**
N33/N45	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 74.3	x: 1.5 m h = 2.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(8)	x: 1.5 m h = 77.6	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 77.6**
N34/N46	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 89.7	x: 1.5 m h = 2.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(8)	x: 1.5 m h = 93.2	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 93.2**
N35/N47	`l < 2.0 Cumple	x: 0.214 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	h = 71.8	x: 1.5 m h = 2.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m h = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	x: 0.214 m h < 0.1	N.P.(8)	x: 1.5 m h = 75.0	x: 0.214 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 75.0**
N2/N18	`l £ 3.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4 m h = 19.8	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 0 m h = 13.2	x: 0 m h = 33.5	h = 0.6	h = 1.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 59.1	h < 0.1	h = 0.6	h = 0.4	h = 0.4	**CUMPLE h = 59.1**
N3/N20	`l £ 3.0 Cumple	l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 4 m h = 20.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 0 m h = 9.4	x: 0 m h = 29.5	h = 0.4	h = 1.0	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 49.4	h < 0.1	h = 0.7	h = 0.4	h = 0.4	**CUMPLE h = 49.4**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	`l	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N13/N4	`l £ 4.0 Cumple	h = 18.8	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 18.8**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	`l	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N13/N6	`l £ 4.0 Cumple	h = 32.4	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 32.4**
N8/N6	`l £ 4.0 Cumple	h = 1.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 1.6**
N15/N8	`l £ 4.0 Cumple	h = 3.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 3.1**
N10/N15	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE**
N11/N9	`l £ 4.0 Cumple	h = 1.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 1.6**
N9/N14	`l £ 4.0 Cumple	h = 2.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 2.1**
N14/N7	`l £ 4.0 Cumple	h = 8.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 8.9**
N14/N5	`l £ 4.0 Cumple	h = 27.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 27.6**
N3/N5	`l £ 4.0 Cumple	h = 2.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 2.3**
N16/N3	`l £ 4.0 Cumple	h = 83.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 83.6**
N1/N16	`l £ 4.0 Cumple	h = 6.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 6.6**
N2/N13	`l £ 4.0 Cumple	h = 12.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 12.6**
N12/N2	`l £ 4.0 Cumple	h = 19.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 19.9**
N12/N15	`l £ 4.0 Cumple	h = 6.7	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 6.7**
N11/N16	`l £ 4.0 Cumple	h = 2.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 2.5**
N31/N21	`l £ 4.0 Cumple	h = 8.8	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 8.8**
N31/N23	`l £ 4.0 Cumple	h = 11.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 11.5**
N25/N23	`l £ 4.0 Cumple	h = 6.0	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 6.0**
N29/N25	`l £ 4.0 Cumple	h = 15.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 15.6**
N27/N29	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE**
N28/N26	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE**
N26/N32	`l £ 4.0 Cumple	h = 0.2	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 0.2**
N32/N24	`l £ 4.0 Cumple	h = 9.4	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 9.4**
N32/N22	`l £ 4.0 Cumple	h = 17.4	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 17.4**
N20/N22	`l £ 4.0 Cumple	h = 9.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 9.3**
N30/N20	`l £ 4.0 Cumple	h = 14.2	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 14.2**
N17/N30	`l £ 4.0 Cumple	h = 6.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 6.6**
N18/N31	`l £ 4.0 Cumple	h = 5.4	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 5.4**
N19/N18	`l £ 4.0 Cumple	h = 0.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 0.6**
N19/N29	`l £ 4.0 Cumple	h = 8.2	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 8.2**
N28/N30	`l £ 4.0 Cumple	h = 0.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 0.9**
N15/N30	`l £ 4.0 Cumple	h = 12.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 12.1**
N33/N15	`l £ 4.0 Cumple	h = 1.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 1.1**
N39/N33	`l £ 4.0 Cumple	h = 25.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 25.5**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	`l	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N35/N39	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE**
N37/N35	`l £ 4.0 Cumple	h = 36.4	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 36.4**
N16/N29	`l £ 4.0 Cumple	h = 2.4	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 2.4**
N40/N16	`l £ 4.0 Cumple	h = 18.7	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 18.7**
N34/N40	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE**
N38/N34	`l £ 4.0 Cumple	h = 33.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 33.3**
N36/N38	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE**
N15/N32	`l £ 4.0 Cumple	h = 10.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 10.3**
N41/N15	`l £ 4.0 Cumple	h = 0.2	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 0.2**
N39/N41	`l £ 4.0 Cumple	h = 20.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 20.5**
N43/N39	`l £ 4.0 Cumple	h = 0.2	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 0.2**
N38/N42	`l £ 4.0 Cumple	h = 25.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 25.9**
N42/N40	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE**
N40/N14	`l £ 4.0 Cumple	h = 13.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 13.1**
N14/N29	`l £ 4.0 Cumple	h = 0.6	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 0.6**
N13/N32	`l £ 4.0 Cumple	h = 2.8	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 2.8**
N41/N13	`l £ 4.0 Cumple	h = 18.7	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 18.7**
N46/N41	`l £ 4.0 Cumple	h = 11.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 11.1**
N43/N46	`l £ 4.0 Cumple	h = 33.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 33.3**
N48/N43	`l £ 4.0 Cumple	h = 11.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 11.1**
N44/N47	`l £ 4.0 Cumple	h = 36.4	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 36.4**
N47/N42	`l £ 4.0 Cumple	h = 11.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 11.9**
N42/N45	`l £ 4.0 Cumple	h = 25.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 25.5**
N45/N14	`l £ 4.0 Cumple	h = 6.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 6.5**
N14/N31	`l £ 4.0 Cumple	h = 12.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 12.1**
N45/N16	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE**
N34/N45	`l £ 4.0 Cumple	h = 39.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 39.9**
N47/N34	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE**
N36/N47	`l £ 4.0 Cumple	h = 30.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 30.3**
N48/N35	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE**
N35/N46	`l £ 4.0 Cumple	h = 44.4	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 44.4**
N46/N33	`l £ 4.0 Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE**
N33/N13	`l £ 4.0 Cumple	h = 27.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE h = 27.5**

Notación:

`l: Limitación de esbeltez

l_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida

N_t: Resistencia a tracción

N_c: Resistencia a compresión

M_Y: Resistencia a flexión eje Y

M_Z: Resistencia a flexión eje Z

V_Z: Resistencia a corte Z

V_Y: Resistencia a corte Y

M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados

M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados

NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados

$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados

M_t: Resistencia a torsión

M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados

M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados

x: Distancia al origen de la barra

h: Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

(3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

(4) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

(6) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

(7) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

(8) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

(9) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

(10) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4. Escalera

4.1. Cargas

- Peso propio de la estructura (PP)

    - Peso del solado

    - Sobrecarga de uso

    - Viento (1 hipótesis)

    - Nieve

Primero se han calculado las cargas que se introducirán en las zancas donde se soldará la chapa del solado y estarán separadas entre sí 1.5 m. La sección de estas zancas será en forma de C.

Peso del solado:

11.75 Kg/m^2

11.75 x 0.75 = 8.8125 Kg/m = 8.8125 x 10^{-3} t/m

Sobrecarga de uso:

Categoría de uso C (zonas públicas sin obstáculos): 5 KN/m^2

5 x 0.75 / 9.8 = 0.383 t/m

Viento (hipótesis 1):

q_b = 0.52 KN/m^2 c_e = 1.861 (es el mismo valor para todas las hipótesis)

Coeficiente de exposición: c_e

c_e = F x (F + 7k) = 0.7964 x (0.7964 + 7 x 0.22) = 1.861

k = 0.22 ; L = 0.3 m ; Z = 5 m ; z = 11.2 m

F = k x ln (max (z/Z)/L) = 0.22 x ln (max (11.2 , 5)/0.3) = 0.7964

$\alpha = 0°$ $\varphi = 0$ A_r = 1.5 x 3.097 = 4.6455 m^2

mediante las tablas del CTE obtendremos un valor medio de c_p

A = 2.4776 x 1.2 x (0.5) = 1.4866

B = 2 x 3.097 x 0.15 x (1.8) = 1.6724

C = 2 x 1.2 x 0.3097 x (1.1) = 0.8176

A + B + C = 3.9765

$c_p = \frac{A+B+C}{Ar} = \frac{3.9765}{4.6455} = 0.856$

Q = 0.52 x 1.861 x 0.856 x 0.75 = 0.621 KN/m = 0.063 t/m

Nieve:

Q = 0.7 KN/m^2 x 0.75 / 9.8 = 0.0535 t/m

Reacciones de las zancas que se introducirán en las ménsulas que sujetarán las zancas:

- Peso propio: 0.065 t
- Sobrecarga de uso: 0.474 t
- Viento (1 hipótesis): 0.098 t
- Nieve: 0.083 t

Reacciones de la ménsula:

- Rz = 1.489 t
- M = 1.161 t·m

Se van a utilizar las reacciones para calcular los cordones de soldadura que se van a necesitar para unir la viga variable a la placa.

h_a = 200 – 2 x 10 – 2 x 15 = 150 mm → 130 < 150

Gargantas:

$a_1 \leq 0.7 \times 10 = 7$ mm

$a_1 = a_2 = a_3 = 6$ mm

Módulo resistente de la unión

$$W = \frac{a1\ x\ L1\ x\ (h1+a1)^2 + 2\ x\ a2\ x\ L2\ x\ (h2-a2)^2 + \frac{1}{3}\ x\ a3\ x\ L3^3}{(h1+a1)} =$$

$$\frac{6\ x\ 150\ x\ (200+6)^2 + 2\ x\ 6\ x\ 55\ x\ (200-2\ x\ 10-6)^2 + \frac{1}{3}\ x\ 6\ x\ 130^3}{(200+6)} =$$

W = 282564.8 mm^3

Validez de la unión

$$\frac{M}{W} \leq 0.71\ x\ fmax$$

$$f_{max} = \frac{fu}{\beta w\ x\ \gamma M2} = \frac{430}{0.85\ x\ 1.25} = 404.7\ N / mm^2$$

$$0.71\ x\ f_{max} = 0.71\ x\ 404.7 = 287.34\ N / mm^2$$

$$\frac{11.38\ x\ 10^6}{282564.85} = 40.27\ N / mm^2 < 287.34\ N / mm^2 \rightarrow VALE$$

Validez ante el cortante (Cordón 3)

$$n_1 = \frac{M}{W} = \frac{11.38\ x\ 10^6}{282564.85} = 40.27\ N / mm^2$$

$$n_3 = n_1\ x\ \frac{L3}{h1+a1} = \frac{40.27\ x\ 130}{200+6} = 25.41\ N / mm^2$$

$$t_{a3} = \frac{V}{\sum a3\ x\ L3} = \frac{14.59\ x\ 10^3}{2\ x\ 6\ x\ 130} = 9.35\ N / mm^2$$

$$t_n = 0$$

$$\sigma_{n3} = -\ \tau_n = \frac{n3}{\sqrt{2}} = \frac{25.41}{\sqrt{2}} = 17.97\ N / mm^2$$

$$\tau_{a3} = t_{a3} = 9.35\ N / mm^2$$

Comprobación

$$\sqrt{17.97^2 + 3\ x\ (17.97^2 + 9.35^2)} = 39.42\ N / mm^2$$

$$39.42\ N / mm^2 \leq 404\ N / mm^2 \rightarrow VALE$$

4.2. Comprobación E.L.U. (zanca de la escalera)

A continuación se muestra un resumen de la comprobación E.L.U. Para poder ver todos los cálculos de comprobación ir al anexo 3.

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)	Estado

	`l	l_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N2/N1	x: 0 m `l < 2.0 Cumple	x: 0.194 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	x: 3.097 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.5	x: 1.548 m h = 6.3	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 2.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0.194 m h < 0.1	N.P.(3)	x: 1.355 m h = 6.2	x: 0.194 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE** **h = 6.3**

Notación:

`l: Limitación de esbeltez
l_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
(3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.3. Comprobación E.L.U. (ménsula)

A continuación se muestra un resumen de la comprobación E.L.U. Para poder ver todos los cálculos de comprobación ir al anexo 3.

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	`l	l_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N1/N2	x: 1.501 m `l < 2.0 Cumple	x: 0 m l_w £ $l_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.062 m h = 0.1	x: 0 m h = 15.7	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 1.501 m h = 10.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0 m h < 0.1	N.P.(4)	x: 0 m h = 15.7	x: 0 m h < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE** **h = 15.7**

Notación: *`l: Limitación de esbeltez* *l_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida* *N_t: Resistencia a tracción* *N_c: Resistencia a compresión* *M_Y: Resistencia a flexión eje Y* *M_Z: Resistencia a flexión eje Z* *V_Z: Resistencia a corte Z* *V_Y: Resistencia a corte Y* *M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados* *M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados* *NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados* *$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados* *M_t: Resistencia a torsión* *M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados* *M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados* *x: Distancia al origen de la barra* *h: Coeficiente de aprovechamiento (%)* *N.P.: No procede*
Comprobaciones que no proceden (N.P.): *(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.* *(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.* *(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.* *(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.* *(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.* *(6) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*

5. Muros de hormigón

Se insertarán en Cype las cargas para el cálculo de 2 muros con diferentes alturas. Uno de los muros en planta tendrá forma de C para que puedan apoyar las 4 zancas y el otro tendrá una forma rectangular en planta.

5.1. Cargas

- Rz = 1.489 t/m (Reacción de la zanca)

- Q = - 0.62 t/m (Acción de viento)

5.2. Comprobación del muro de hormigón de altura 3.9 m

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 48.11 t/m Calculado: 0.93 t/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*	Calculado: 0.00113	
- Trasdós:	Mínimo: 0.00033	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00013	Cumple

Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (0.00 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00167	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (0.00 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00167	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (0.00 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00065	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (0.00 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*	Mínimo: 2e-005 Calculado: 0.00065	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1* - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 26.8 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1* - Armadura vertical Trasdós: - Armadura vertical Intradós:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 21.53 t/m Calculado: 0.93 t/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2* - Base trasdós: - Base intradós:	Calculado: 0.8 m Mínimo: 0.78 m Mínimo: 0.35 m	 Cumple Cumple

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 30 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 30 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 2.2 cm² Calculado: 6.2 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE Ingenieros: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 29 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.28 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.00 m, Md: 3.63 t·m/m, Nd: 6.14 t/m, Vd: 0.93 t/m, Tensión máxima del acero: 0.978 t/cm² - Sección crítica a cortante: Cota: 3.90 m		
Referencia: Zapata corrida		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 4.47	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 4.58	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 7.49	Cumple

Referencia: Zapata corrida		
Comprobación	Valores	Estado
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 6.85	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1.*	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 1 kp/cm² Calculado: 0.382 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 1.25 kp/cm² Calculado: 0.638 kp/cm²	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 1 kp/cm² Calculado: 0.37 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 1.5 kp/cm² Calculado: 0.613 kp/cm²	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*	Calculado: 7.54 cm²/m	
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 0.08 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0.48 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 1.34 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1.*	Máximo: 32.11 t/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.89 t/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.52 t/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 2.72 t/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 1.78 t/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 62.6 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 23 cm Calculado: 62.6 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1.*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1.*	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag.129).*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5.*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00107	Cumple

Referencia: Zapata corrida		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00107	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00107	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00107	Cumple
Cuantía mecánica mínima:	Calculado: 0.00107	
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55.*	Mínimo: 0.00026	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55.*	Mínimo: 0.00026	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2.*	Mínimo: 0.00027	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2.*	Mínimo: 1e-005	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 1.35 t·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 3.76 t·m/m		

5.3. Comprobación del muro de hormigón de altura 2.1 m

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 48.11 t/m Calculado: 0.93 t/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple

Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5* - Trasdós (0.00 m): - Intradós (0.00 m):	 Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00113 Calculado: 0.00113	 Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)* - Trasdós: - Intradós:	 Calculado: 0.00113 Mínimo: 0.00033 Mínimo: 0.00013	 Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (0.00 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	 Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00167	 Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (0.00 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	 Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00167	 Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (0.00 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	 Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00065	 Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (0.00 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*	 Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00065	 Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1* - Trasdós: - Intradós:	 Mínimo: 2.5 cm Calculado: 26.8 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1* - Armadura vertical Trasdós: - Armadura vertical Intradós:	 Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		 Cumple

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 21.53 t/m Calculado: 0.93 t/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*	Calculado: 0.8 m	
- Base trasdós:	Mínimo: 0.78 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.35 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 30 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 30 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 2.2 cm² Calculado: 6.2 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE Ingenieros: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 29 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.28 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.00 m, Md: 1.95 t·m/m, Nd: 4.33 t/m, Vd: 0.93 t/m, Tensión máxima del acero: 0.468 t/cm² - Sección crítica a cortante: Cota: 2.10 m		
Referencia: Zapata corrida		
Comprobación	Valores	Estado

Referencia: Zapata corrida		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 5.97	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 6.47	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 6.13	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 6.11	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1.*	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 1 kp/cm² Calculado: 0.313 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 1.25 kp/cm² Calculado: 0.47 kp/cm²	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 1 kp/cm² Calculado: 0.301 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 1.5 kp/cm² Calculado: 0.441 kp/cm²	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*	Calculado: 7.54 cm²/m	
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0.25 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 0.87 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1.*	Máximo: 32.11 t/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.47 t/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0.3 t/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 1.75 t/m	Cumple

Referencia: Zapata corrida		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 1.08 t/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 62.6 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 23 cm Calculado: 62.6 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1.*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1.*	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag.129).*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5.*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00107	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00107	Cumple
Cuantía mecánica mínima:	Calculado: 0.00107	
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55.*	Mínimo: 0.00026	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2.*	Mínimo: 0.00018	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 0.72 t·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 2.43 t·m/m		

6. Cimentación de la torre

Se introducirán las reacciones obtenidas en los cuatro apoyos de la torre en cabezas de pilar, y con Cype se calculará la zapata común a los cuatros pilares.

6.1. Comprobación de la zapata

Referencia: (P1-P2-P3-P4) Dimensiones: 430 x 455 x 45 Armados: Xi:Ø12c/26 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE Ingenieros*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm² Calculado: 0.991 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 1.124 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 2.466 kp/cm²	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 28.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 4.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: -36.26 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 56.34 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 35.86 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 39.70 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 85.04 t/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple

Referencia: (P1-P2-P3-P4) Dimensiones: 430 x 455 x 45 Armados: Xi:Ø12c/26 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Calculado: 38 cm	
- P1:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- P2:	Mínimo: 21 cm	Cumple
- P3:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- P4:	Mínimo: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0016 Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.0014	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: (P1-P2-P3-P4) Dimensiones: 430 x 455 x 45 Armados: Xi:Ø12c/26 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: *Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 185 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 23 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 38 cm Calculado: 201 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 39 cm Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 37 cm Calculado: 185 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 37 cm Calculado: 185 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 36 cm Calculado: 198 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 36 cm Calculado: 198 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 18 cm	Cumple

Referencia: (P1-P2-P3-P4) Dimensiones: 430 x 455 x 45 Armados: Xi:Ø12c/26 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

7. Pilares de hormigón armado

Se introducirán las reacciones obtenidas en los cuatro apoyos de la torre en cabezas de pilar, y con Cype se calcularán los 4 pilares de hormigón armado que harán de comunicación entre la zapata y los pilares metálicos.

7.1. Comprobación de los pilares de hormigón armado

En las tablas de comprobación de pilares de acero no se muestran las comprobaciones con coeficiente de aprovechamiento inferior al 10%.

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)

N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)

P1

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Forjado 1	0.00/1.60	60x85	Cabeza	G, V	50.89	16.32	-0.67	1.84	3.95	Cumple	Cumple	17.4	15.4	17.4	Cumple
Cimentación 1.	-0.21/0.00	60x85	Pie	G, Q, V, N	73.37	10.10	2.31	1.84	3.92	N.P.	N.P.	2.2	12.1	12.1	Cumple
			Pie	G, Q, V	72.05	10.09	2.31	1.84	3.93	N.P.	N.P.	2.2	12.0	12.0	Cumple

P2

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Forjado 1	0.00/1.60	60x85	Pie	G, V	0.84	29.66	0.35	-0.22	-8.40	Cumple	Cumple	43.8	85.5	85.5	Cumple
			Cabeza	G, V	-1.20	16.22	0.71	-0.22	-8.40	Cumple	Cumple	44.4	48.6	48.6	Cumple
Cimentación 2.	-0.21/0.00	60x85	Pie	G, V	0.84	29.66	0.35	-0.22	-8.40	N.P.	N.P.	4.3	85.5	85.5	Cumple

P3

Secciones de hormigón															
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Forjado 1	0.00/1.60	60x85	Pie	G, V	-4.37	18.30	-2.24	-1.85	-3.66	Cumple	Cumple	21.8	58.4	58.4	Cumple
			Cabeza	G, V	-7.70	0.00	2.47	-6.47	0.00	Cumple	Cumple	33.2	18.8	33.2	Cumple
Cimentación	-0.21/0.00	60x85	Pie	G, V	-4.37	18.30	-2.24	-1.85	-3.66	N.P.	N.P.	2.1	58.4	58.4	Cumple

Secciones de hormigón																
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
3.			Pie	G, Q, V, N	-4.91	-0.01	-7.86	-6.47	0.01	N.P.	N.P.	3.5	38.1	38.1	Cumple

P4

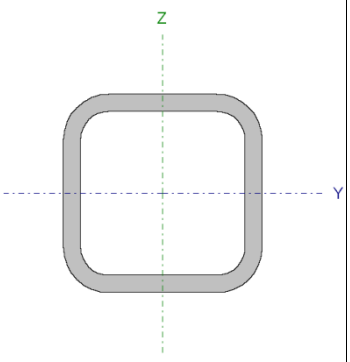
Secciones de hormigón																
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones					Estado
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	
Forjado 1	0.00/1.60	60x85	Pie	G, V	15.00	0.03	-10.33	-6.47	-0.01	Cumple	Cumple	29.5	28.1	29.5	Cumple
			Cabeza	G, V	12.96	0.01	0.39	-6.47	-0.01	Cumple	Cumple	29.8	1.5	29.8	Cumple
Cimentación	-0.21/0.00	60x85	Pie	G, V	15.00	0.03	-10.33	-6.47	-0.01	N.P.	N.P.	3.5	28.1	28.1	Cumple
			Pie	G, Q, V, N	15.75	0.03	-10.31	-6.47	-0.01	N.P.	N.P.	3.5	27.3	27.3	Cumple

8. Anexo 1. Pasarela peatonal (comprobación E.L.U.)

Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N3/N7

Perfil: SHS 110x10.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N3	N7	3.000	36.49	566.87	566.87	1024.67

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***0.88*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *36.49* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *133.072* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *133.072* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *133.072* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : □

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *566.87* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *566.87* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *1024.67* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *3.000* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *3.000* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *5.57* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *3.94* cm **i_z** : *3.94* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm **z_0** : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

9.00 □ 293.05 ✓

Donde:

$\mathbf{h_w}$: Altura del alma.	$\mathbf{h_w}$:	*90.00*	mm
$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma.	$\mathbf{t_w}$:	*10.00*	mm
$\mathbf{A_w}$: Área del alma.	$\mathbf{A_w}$:	*18.00*	cm²
$\mathbf{A_{fc,ef}}$: Área reducida del ala comprimida.	$\mathbf{A_{fc,ef}}$:	*11.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
$\mathbf{f_{yf}}$: Límite elástico del acero del ala comprimida.	$\mathbf{f_{yf}}$:	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.018*** ✓

□ : ***0.029*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *1.741* t

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *97.409* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *36.49* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *59.830* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *36.49* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.61*

χ_z : *0.61*

Siendo:

γ_y : *1.05*

γ_z : *1.05*

Φ: Coeficiente de imperfección elástica. Φ_y : *0.49*

Φ_z : *0.49*

□□: Esbeltez reducida.

□□$_y$: *0.88*

□□$_z$: *0.88*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *133.072* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *133.072* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *133.072* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : □

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

<u>Resistencia a flexión eje Z</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.963*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.867* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *4.018* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *150.50* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.181*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *5.156* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *28.494* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *18.49* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *36.49* cm²

d: Altura del alma. **d** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *10.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. □$_{M0}$: *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

11.00 □ 64.71 ✓

Donde:

□$_w$: Esbeltez del alma. □$_w$: *11.00*

□$_{máx}$: Esbeltez máxima. □$_{máx}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

4.420 t □ 14.247 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *4.420* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *28.494* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.973*** ✓

□ : ***0.602*** ✓

□ : ***0.991*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *1.045* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^{+}$** : *0.000* t·m **$M_{z,Ed}^{+}$** : *3.867* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *97.409* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{pl,Rd,y}$** : *4.018* t·m **$M_{pl,Rd,z}$** : *4.018* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *36.49* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **$W_{pl,y}$** : *150.50* cm³ **$W_{pl,z}$** : *150.50* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\gamma_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\mathbf{k_y}$, $\mathbf{k_z}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{k_y}$: *1.01*

$\mathbf{k_z}$: *1.01*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00* $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. χ_y : *0.61* χ_z : *0.61*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.88* $\bar{\lambda}_z$: *0.88*

η_y, η_z: Factores dependientes de la clase de la sección. η_y : *0.60* η_z : *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

4.420 t ≤ 14.247 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,y}}$: *4.420* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *28.494* t

<u>Resistencia a torsión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

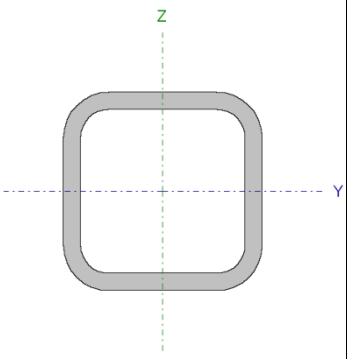
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N5/N9

Perfil: SHS 110x10.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N5	N9	3.000	36.49	566.87	566.87	1024.67

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***0.88*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *36.49* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *133.072* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *133.072* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *133.072* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: □

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *566.87* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : *566.87* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *1024.67* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *3.000* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *3.000* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : *5.57* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *3.94* cm

i_z : *3.94* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

9.00 □ 293.05 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**h_w** :	*90.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** :	*10.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*18.00*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*11.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.016*** ✓

□ : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *1.545* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *97.409* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : *1*

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *36.49* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: *59.830* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *36.49* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\square$: Coeficiente de reducción por pandeo.

$\square_{\mathbf{y}}$: *0.61*

$\square_{\mathbf{z}}$: *0.61*

Siendo:

$\square_{\mathbf{y}}$: *1.05*

$\square_{\mathbf{z}}$: *1.05*

$\square$: Coeficiente de imperfección elástica. $\square_{\mathbf{y}}$: *0.49*

$\square_{\mathbf{z}}$: *0.49*

$\square\square$: Esbeltez reducida.

$\square\square_{\mathbf{y}}$: *0.88*

$\square\square_{\mathbf{z}}$: *0.88*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *133.072* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *133.072* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *133.072* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : □

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

<u>Resistencia a flexión eje Z</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.963*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.867* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *4.018* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *150.50* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.181*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *5.156* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *28.494* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *18.49* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *36.49* cm²

d: Altura del alma. **d** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *10.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

11.00 □ 64.71 ✓

Donde:

□$_w$: Esbeltez del alma. □$_w$: *11.00*

□$_{máx}$: Esbeltez máxima. □$_{máx}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

4.420 t □ 14.247 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *4.420* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *28.494* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.972*** ✓

□ : ***0.599*** ✓

□ : ***0.988*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	**$N_{c,Ed}$** :	*0.927*	t
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{y,Ed}^{+}$** :	*0.000*	t·m
	$M_{z,Ed}^{+}$:	*3.867*	t·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	**$N_{pl,Rd}$** :	*97.409*	t
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{pl,Rd,y}$** :	*4.018*	t·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*4.018*	t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	**A** :	*36.49*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	**$W_{pl,y}$** :	*150.50*	cm³
	$W_{pl,z}$:	*150.50*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**f_{yd}** :	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y** :	*2803.26*	kp/cm²
□$_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**□$_{M1}$** :	*1.05*	

$\mathbf{k_y}$, $\mathbf{k_z}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{k_y}$: *1.01*

$\mathbf{k_z}$: *1.01*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*
$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

□$_y$, □$_z$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

□$_y$: *0.61*
□$_z$: *0.61*

□□$_y$, □□$_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

□□$_y$: *0.88*
□□$_z$: *0.88*

□$_y$, □$_z$: Factores dependientes de la clase de la sección.

□$_y$: *0.60*
□$_z$: *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

4.420 t □ 14.247 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,y}}$: *4.420* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *28.494* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

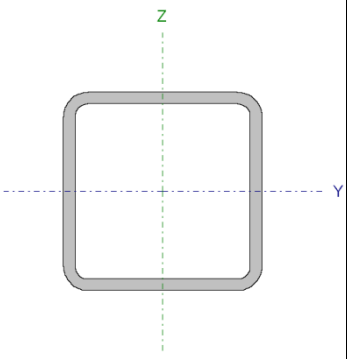
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N1/N11

Perfil: SHS 80x5.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N1	N11	4.000	14.34	130.71	130.71	217.40

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	4.000	4.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.53*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *14.34* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *17.259* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *17.259* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *17.259* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: □

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *130.71* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : *130.71* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *217.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *4.000* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *4.000* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : *4.27* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *3.02* cm

i_z : *3.02* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

14.00 □ 303.06 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**h_w** :	*70.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** :	*5.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*7.00*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*4.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.275*** ✓

□ : ***0.898*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *10.524* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *38.287* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : *1*

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *14.34* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: *11.723* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *14.34* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\square$: Coeficiente de reducción por pandeo.

$\square_{\mathbf{y}}$: *0.31*

$\square_{\mathbf{z}}$: *0.31*

Siendo:

$\square_{\mathbf{y}}$: *1.99*

$\square_{\mathbf{z}}$: *1.99*

$\square$: Coeficiente de imperfección elástica. $\square_{\mathbf{y}}$: *0.49*

$\square_{\mathbf{z}}$: *0.49*

$\square\square$: Esbeltez reducida.

$\square\square_{\mathbf{y}}$: *1.53*

$\square\square_{\mathbf{z}}$: *1.53*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *17.259* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *17.259* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *17.259* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : □

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

□ < ***0.001*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1.128* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *42.25* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **□$_{M0}$** : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.043*** ✓

Para flexión positiva:

$\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

$\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: *0.049* t·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *1.128* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,z}}$: *42.25* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.012* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *11.316* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *7.34* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *14.34* cm²

d: Altura del alma. **d** : *70.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **□$_{M0}$** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

16.00 □ 64.71 ✓

Donde:

□$_w$: Esbeltez del alma. **□$_w$** : *16.00*

□$_{máx}$: Esbeltez máxima. □$_{máx}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.012 t □ 5.658 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.012* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *11.316* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.315*** ✓

□ : ***0.940*** ✓

□ : ***0.967*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *10.524* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: *0.000* t·m; $M_{z,Ed}^{-}$: *0.045* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *38.287* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: *1.128* t·m; $M_{pl,Rd,z}$: *1.128* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *14.34* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: *42.25* cm³; $W_{pl,z}$: *42.25* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

□$_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. — □$_{M1}$: *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.72*

k_z : *1.72*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: *1.00*; $C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *0.31*
χ_z : *0.31*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *1.53*
$\bar{\lambda}_z$: *1.53*

β_y, β_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

β_y : *0.60*
β_z : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

0.012 t ≤ 5.658 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,y}}$: *0.012* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *11.316* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

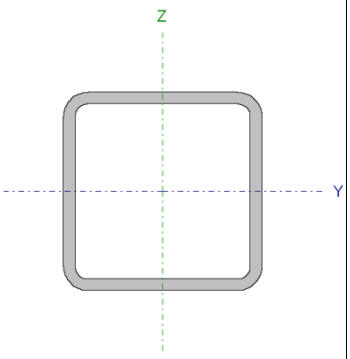
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N6/N19

Perfil: SHS 80x5.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N6	N19	4.000	14.34	130.71	130.71	217.40

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	4.000	4.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.53*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *14.34* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *17.259* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *17.259* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *17.259* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: □

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *130.71* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : *130.71* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *217.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *4.000* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *4.000* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : *4.27* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *3.02* cm

i_z : *3.02* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

14.00 □ 303.06 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**h_w** :	*70.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** :	*5.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*7.00*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*4.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.273*** ✓

□ : ***0.893*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *10.468* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *38.287* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : *1*

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *14.34* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\gamma_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: *11.723* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *14.34* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\gamma_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$\chi_{\mathbf{y}}$: *0.31*

$\chi_{\mathbf{z}}$: *0.31*

Siendo:

$\Phi_{\mathbf{y}}$: *1.99*

$\Phi_{\mathbf{z}}$: *1.99*

α: Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_{\mathbf{y}}$: *0.49*

$\alpha_{\mathbf{z}}$: *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_{\mathbf{y}}$: *1.53*

$\bar{\lambda}_{\mathbf{z}}$: *1.53*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *17.259* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *17.259* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *17.259* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : □

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

□ < ***0.001*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1.128* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *42.25* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **□$_{M0}$** : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.043*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

$\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: *0.049* t·m

Para flexión negativa:

$\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *1.128* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,z}}$: *42.25* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

□$_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. □$_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.012* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *11.316* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *7.34* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *14.34* cm²

d: Altura del alma. **d** : *70.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **□$_{M0}$** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

16.00 □ 64.71 ✓

Donde:

□$_w$: Esbeltez del alma. **□$_w$** : *16.00*

□$_{máx}$: Esbeltez máxima. □$_{máx}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.012 t □ 5.658 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.012* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *11.316* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.314*** ✓

□ : ***0.935*** ✓

□ : ***0.963*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *10.468* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{-}$: *0.000* t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.046* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *38.287* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: *1.128* t·m; $M_{pl,Rd,z}$: *1.128* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *14.34* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: *42.25* cm³; $W_{pl,z}$: *42.25* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

□$_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. — □$_{M1}$: *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.71*

k_z : *1.71*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: *1.00*; $C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *0.31*
χ_z : *0.31*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *1.53*
$\bar{\lambda}_z$: *1.53*

β_y, β_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

β_y : *0.60*
β_z : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

0.012 t ≤ 5.658 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,y}}$: *0.012* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *11.316* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

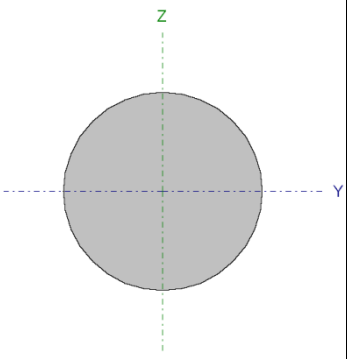
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N1/N7

Perfil: Ø12
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N1	N7	3.905	1.13	0.10	0.10	0.20

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

□□ < ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *1.13* cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : □

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.936*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *2.827* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *3.019* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *1.13* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

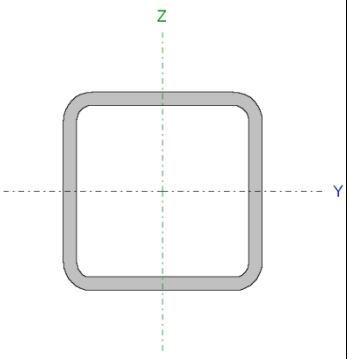
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N2/N15

Perfil: SHS 70x5.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N2	N15	3.536	12.34	84.02	84.02	141.82

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.536	3.536	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

<u>Limitación de esbeltez</u> (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.56*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.34* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *14.201* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *14.201* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *14.201* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: □

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *84.02* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : *84.02* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *141.82* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *3.536* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *3.536* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : *3.69* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *2.61* cm

i_z : *2.61* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

12.00 □ 299.95 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**h_w** :	*60.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** :	*5.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*6.00*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*3.50*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.268*** ✓

□ : ***0.905*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *8.817* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *32.948* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : *1*

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.34* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: *9.740* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.34* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\square$: Coeficiente de reducción por pandeo.

$\square_{\mathbf{y}}$: *0.30*

$\square_{\mathbf{z}}$: *0.30*

Siendo:

$\square_{\mathbf{y}}$: *2.05*

$\square_{\mathbf{z}}$: *2.05*

$\square$: Coeficiente de imperfección elástica. $\square_{\mathbf{y}}$: *0.49*

$\square_{\mathbf{z}}$: *0.49*

$\square\square$: Esbeltez reducida.

$\square\square_{\mathbf{y}}$: *1.56*

$\square\square_{\mathbf{z}}$: *1.56*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *14.201* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *14.201* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *14.201* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: □

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.003*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.768 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *0.003* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *0.848* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *31.75* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. □$_{M0}$: *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

□ < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.003* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *9.248* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *6.00* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *60.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□**M0**: Coeficiente parcial de seguridad del material. □**M0** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

12.00 □ 64.71 ✓

Donde:

□$_w$: Esbeltez del alma. □$_w$: *12.00*

□$_{máx}$: Esbeltez máxima. □$_{máx}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.003 t □ 4.624 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.221 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.003* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *9.248* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.270*** ✓

□ : ***0.909*** ✓

□ : ***0.907*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.326 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$:	*8.799*	t
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^{+}$:	*0.003*	t·m
	$M_{z,Ed}^{+}$:	*0.000*	t·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$:	*32.948*	t
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$:	*0.848*	t·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*0.848*	t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	**A** :	*12.34*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$:	*31.75*	cm³
	$W_{pl,z}$:	*31.75*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\mathbf{k_y}$, $\mathbf{k_z}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{k_y}$: *1.72*

$\mathbf{k_z}$: *1.72*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00* $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$\square_{\mathbf{y}}$, $\square_{\mathbf{z}}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\square_{\mathbf{y}}$: *0.30* $\square_{\mathbf{z}}$: *0.30*

$\square\square_{\mathbf{y}}$, $\square\square_{\mathbf{z}}$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\square\square_{\mathbf{y}}$: *1.56* $\square\square_{\mathbf{z}}$: *1.56*

$\square_{\mathbf{y}}$, $\square_{\mathbf{z}}$: Factores dependientes de la clase de la sección. $\square_{\mathbf{y}}$: *0.60* $\square_{\mathbf{z}}$: *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.221 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP.

0.003 t □ 4.624 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.003* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *9.248* t

<u>Resistencia a torsión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

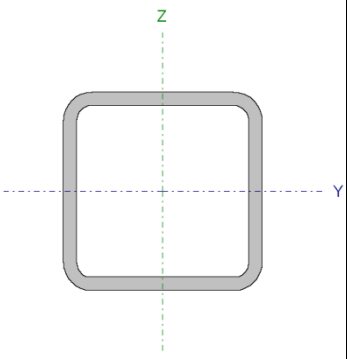
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N10/N25

Perfil: SHS 70x5.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N10	N25	3.536	12.34	84.02	84.02	141.82

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.536	3.536	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.56*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.34* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *14.201* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *14.201* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *14.201* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: □

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *84.02* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : *84.02* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *141.82* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *3.536* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *3.536* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : *3.69* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *2.61* cm

i_z : *2.61* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

12.00 □ 299.95 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**h_w** :	*60.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** :	*5.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*6.00*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*3.50*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.260*** ✓

□ : ***0.880*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *8.575* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *32.948* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : *1*

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.34* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\gamma_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: *9.740* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.34* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\gamma_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$\chi_{\mathbf{y}}$: *0.30*

$\chi_{\mathbf{z}}$: *0.30*

Siendo:

$\phi_{\mathbf{y}}$: *2.05*

$\phi_{\mathbf{z}}$: *2.05*

α: Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_{\mathbf{y}}$: *0.49*

$\alpha_{\mathbf{z}}$: *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_{\mathbf{y}}$: *1.56*

$\bar{\lambda}_{\mathbf{z}}$: *1.56*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *14.201* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *14.201* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *14.201* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: □

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.003*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.768 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *0.003* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *0.848* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *31.75* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. □$_{M0}$: *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

□ < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.003* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *9.248* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *6.00* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *60.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□**$_{M0}$**: Coeficiente parcial de seguridad del material. □**$_{M0}$** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

12.00 □ 64.71 ✓

Donde:

□$_w$: Esbeltez del alma. □$_w$: *12.00*

□$_{máx}$: Esbeltez máxima. □$_{máx}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.003 t □ 4.624 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.221 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.003* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *9.248* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.263*** ✓

□ : ***0.884*** ✓

□ : ***0.882*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.326 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$:	*8.558*	t
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^{+}$:	*0.003*	t·m
	$M_{z,Ed}^{+}$:	*0.000*	t·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$:	*32.948*	t
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$:	*0.848*	t·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*0.848*	t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	**A** :	*12.34*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$:	*31.75*	cm³
	$W_{pl,z}$:	*31.75*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\mathbf{k_y}$, $\mathbf{k_z}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{k_y}$: *1.70*

$\mathbf{k_z}$: *1.70*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00* $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$\square_{\mathbf{y}}$, $\square_{\mathbf{z}}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\square_{\mathbf{y}}$: *0.30* $\square_{\mathbf{z}}$: *0.30*

$\square\square_{\mathbf{y}}$, $\square\square_{\mathbf{z}}$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\square\square_{\mathbf{y}}$: *1.56* $\square\square_{\mathbf{z}}$: *1.56*

$\square_{\mathbf{y}}$, $\square_{\mathbf{z}}$: Factores dependientes de la clase de la sección. $\square_{\mathbf{y}}$: *0.60* $\square_{\mathbf{z}}$: *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.221 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP.

0.003 t □ 4.624 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.003* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *9.248* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

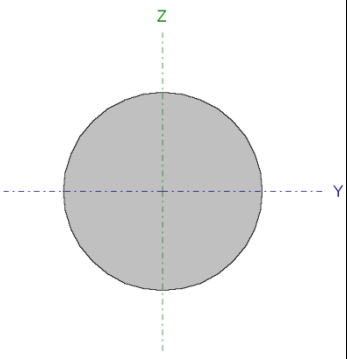
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N6/N9

Perfil: Ø12
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N6	N9	3.905	1.13	0.10	0.10	0.20

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

□□ < ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *1.13* cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : □

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.852*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *2.571* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *3.019* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *1.13* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

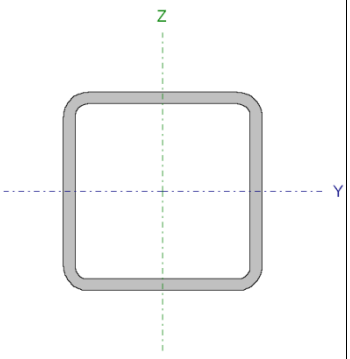
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N2/N12

Perfil: SHS 80x5.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N2	N12	4.000	14.34	130.71	130.71	217.40

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	4.000	4.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.53*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *14.34* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *17.259* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *17.259* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *17.259* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: □

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *130.71* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : *130.71* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *217.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *4.000* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *4.000* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : *4.27* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *3.02* cm

i_z : *3.02* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

14.00 □ 303.06 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*70.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*5.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*7.00*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*4.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	E :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.008*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *0.290* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *38.287* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	*14.34*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*2803.26*	kp/cm²
□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	□$_{M0}$:	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.234*** ✓

□ : ***0.764*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *8.957* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *38.287* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *14.34* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **□$_{M0}$** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *11.723* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *14.34* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.31*

χ_z : *0.31*

Siendo:

ϕ_y : *1.99*

ϕ_z : *1.99*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.49*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *1.53*

$\bar{\lambda}_z$: *1.53*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *17.259* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *17.259* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *17.259* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: $\emptyset$

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

δ < ***0.001*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1.128* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *42.25* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.043*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *0.049* t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1.128* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : *1*

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *42.25* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.012* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *11.316* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *7.34* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *14.34* cm²

d: Altura del alma. **d** : *70.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.00* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

16.00 □ 64.71 ✓

Donde:

$\square_{\mathbf{w}}$: Esbeltez del alma. $\square_{\mathbf{w}}$: *16.00*

$\square_{\mathbf{máx}}$: Esbeltez máxima. $\square_{\mathbf{máx}}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *2395.51* kp/cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.012 t □ 5.658 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.012* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *11.316* t

<u>Resistencia a flexión y axil combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.277*** ✓

□ : ***0.806*** ✓

□ : ***0.834*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *8.957* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^{+}$** : *0.000* t·m **$M_{z,Ed}^{-}$** : *0.049* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *38.287* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{pl,Rd,y}$** : *1.128* t·m **$M_{pl,Rd,z}$** : *1.128* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *14.34* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *42.25* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *42.25* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\mathbf{k_y}$, $\mathbf{k_z}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{k_y}$: *1.61*

$\mathbf{k_z}$: *1.61*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$\square_y$, $\square_z$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\square_y$: *0.31*

$\square_z$: *0.31*

$\square\square_y$, $\square\square_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\square\square_y$: *1.53*

$\square\square_z$: *1.53*

$\square_y$, $\square_z$: Factores dependientes de la clase de la sección.

$\square_y$: *0.60*

$\square_z$: *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

0.012 t □ 5.658 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,y}}$: *0.012* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *11.316* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

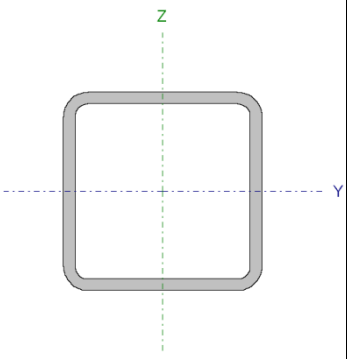
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N10/N23

Perfil: SHS 80x5.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N10	N23	4.000	14.34	130.71	130.71	217.40

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	4.000	4.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.53*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *14.34* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *17.259* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *17.259* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *17.259* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: □

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *130.71* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : *130.71* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *217.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *4.000* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *4.000* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : *4.27* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *3.02* cm

i_z : *3.02* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

14.00 □ 303.06 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*70.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*5.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*7.00*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*4.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	E :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *0.234* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *38.287* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	*14.34*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*2803.26*	kp/cm²
□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	□$_{M0}$:	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.234*** ✓

□ : ***0.764*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *8.957* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *38.287* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *14.34* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **□$_{M0}$** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *11.723* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *14.34* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.31*

χ_z : *0.31*

Siendo:

ϕ_y : *1.99*

ϕ_z : *1.99*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.49*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *1.53*

$\bar{\lambda}_z$: *1.53*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *17.259* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *17.259* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *17.259* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: $\emptyset$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\emptyset$ < ***0.001*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1.128* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *42.25* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.043*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *0.049* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1.128* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : *1*

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *42.25* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.012* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *11.316* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *7.34* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *14.34* cm²

d: Altura del alma. **d** : *70.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.00* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

16.00 □ 64.71 ✓

Donde:

$\square_{\mathbf{w}}$: Esbeltez del alma. $\square_{\mathbf{w}}$: *16.00*

$\square_{\mathbf{máx}}$: Esbeltez máxima. $\square_{\mathbf{máx}}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *2395.51* kp/cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.012 t □ 5.658 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.012* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *11.316* t

<u>Resistencia a flexión y axil combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.277*** ✓

□ : ***0.806*** ✓

□ : ***0.834*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *8.957* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^{+}$** : *0.000* t·m **$M_{z,Ed}^{+}$** : *0.049* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *38.287* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{pl,Rd,y}$** : *1.128* t·m **$M_{pl,Rd,z}$** : *1.128* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *14.34* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *42.25* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *42.25* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\mathbf{k_y}$, $\mathbf{k_z}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{k_y}$: *1.61*

$\mathbf{k_z}$: *1.61*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$\square_y$, $\square_z$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\square_y$: *0.31*

$\square_z$: *0.31*

$\square\square_y$, $\square\square_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\square\square_y$: *1.53*

$\square\square_z$: *1.53*

$\square_y$, $\square_z$: Factores dependientes de la clase de la sección.

$\square_y$: *0.60*

$\square_z$: *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

0.012 t □ 5.658 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,y}}$: *0.012* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *11.316* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

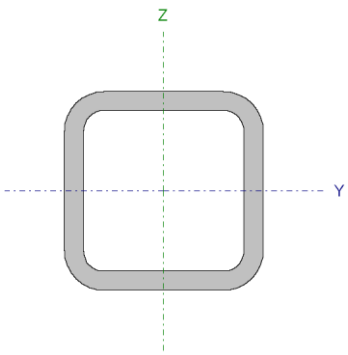
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

9. Anexo 2. Torre (comprobación E.L.U.)

Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N34/N46

Perfil: SHS 60x6.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N34	N46	3.000	12.01	55.28	55.28	97.78

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.61*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : *1*

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: *12.976* t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *12.976* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *12.976* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: □

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *97.78* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: *0.000* m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: *3.03* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	**i_y** :	*2.15*	cm
	i_z :	*2.15*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	**y_0** :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

8.00 □ 289.78 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**h_w** :	*48.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** :	*6.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*5.76*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*3.60*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.252*** ✓

□ : ***0.897*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *8.090* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *32.067* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□**M0**: Coeficiente parcial de seguridad del material. □**M0** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *9.016* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.28*

χ_z : *0.28*

Siendo:

ϕ_y : *2.14*

ϕ_z : *2.14*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.49*

α_z : *0.49*

$\lambda\lambda$: Esbeltez reducida.

$\lambda\lambda_y$: *1.61*

$\lambda\lambda_z$: *1.61*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *12.976* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *12.976* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *12.976* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : $\square$

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\square$: ***0.020*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: *0.014* t·m

Para flexión negativa:

$\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *0.704* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *26.35* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

γ : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.019* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *8.878* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *5.76* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *48.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *6.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

8.00 □ 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *8.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *2395.51* kp/cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.016* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *8.878* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.273*** ✓

□ : ***0.932*** ✓

□ : ***0.918*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *8.090* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^{+}$** : *0.014* t·m **$M_{z,Ed}^{+}$** : *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *32.067* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{pl,Rd,y}$** : *0.704* t·m **$M_{pl,Rd,z}$** : *0.704* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *12.01* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **$W_{pl,y}$** : *26.35* cm³ **$W_{pl,z}$** : *26.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□$_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **□$_{M1}$** : *1.05*

$\mathbf{k_y}$, $\mathbf{k_z}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{k_y}$: *1.72*

$\mathbf{k_z}$: *1.72*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

□$_y$, □$_z$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

□$_y$: *0.28*

□$_z$: *0.28*

□□$_y$, □□$_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

□□$_y$: *1.61*

□□$_z$: *1.61*

□$_y$, □$_z$: Factores dependientes de la clase de la sección.

□$_y$: *0.60*

□$_z$: *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.016* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *8.878* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

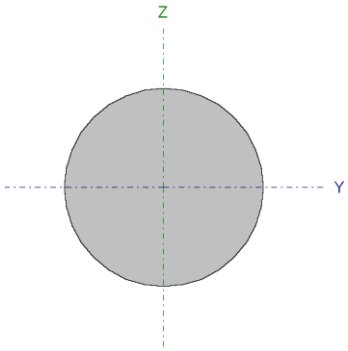
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N16/N3

Perfil: Ø14
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N16	N3	3.606	1.54	0.19	0.19	0.38

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notation:
□: *Coeficiente de pandeo*
L_K: *Longitud de pandeo (m)*
C_m: *Coeficiente de momentos*
C_1: *Factor de modificación para el momento crítico*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

□□ < ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *1.54* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : □

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.836*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *3.434* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *4.110* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *1.54* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□**$_{M0}$**: Coeficiente parcial de seguridad del material. □**$_{M0}$** : *1.05*

<u>Resistencia a compresión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

<u>Resistencia a flexión eje Z</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

<u>Resistencia a corte Z</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

<u>Resistencia a corte Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

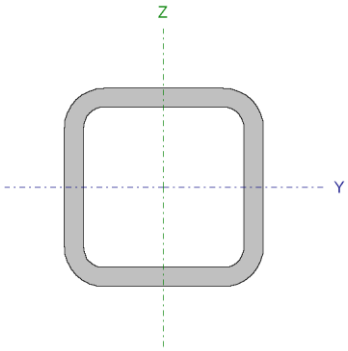
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N33/N45

Perfil: SHS 60x6.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N33	N45	3.000	12.01	55.28	55.28	97.78

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: *Coeficiente de pandeo*
L_K: *Longitud de pandeo (m)*
C_m: *Coeficiente de momentos*
C_1: *Factor de modificación para el momento crítico*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.61*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *12.976* t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *12.976* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *12.976* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: □

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *97.78* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: *0.000* m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: *3.03* cm

Siendo:

$\mathbf{i_y}$ **,** $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $\mathbf{i_y}$: *2.15* cm

$\mathbf{i_z}$: *2.15* cm

$\mathbf{y_0}$ **,** $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de $\mathbf{y_0}$: *0.00* mm

torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

8.00 □ 289.78 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*48.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*6.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*5.76*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*3.60*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.209*** ✓

□ : ***0.743*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *6.700* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *32.067* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *9.016* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.28*

χ_z : *0.28*

Siendo:

ϕ_y : *2.14*

ϕ_z : *2.14*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.49*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *1.61*

$\bar{\lambda}_z$: *1.61*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *12.976* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *12.976* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *12.976* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.020*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: *0.014* t·m

Para flexión negativa:

$\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *0.704* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *26.35* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.019* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *8.878* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *5.76* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *48.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *6.00* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

8.00 □ 64.71 ✓

Donde:

$\square_{\mathbf{w}}$: Esbeltez del alma. $\square_{\mathbf{w}}$: *8.00*

$\square_{\mathbf{máx}}$: Esbeltez máxima. $\square_{\mathbf{máx}}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *2395.51* kp/cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.016* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *8.878* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.229*** ✓

□ : ***0.776*** ✓

□ : ***0.763*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *6.700* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: *0.014* t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *32.067* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: *0.704* t·m; $M_{pl,Rd,z}$: *0.704* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *12.01* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: *26.35* cm³; $W_{pl,z}$: *26.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

□$_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. — □$_{M1}$: *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.59*

k_z : *1.59*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: *1.00*
$C_{m,z}$: *1.00*

□$_y$, □$_z$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

□$_y$: *0.28*
□$_z$: *0.28*

□□$_y$, □□$_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

□□$_y$: *1.61*
□□$_z$: *1.61*

□$_y$, □$_z$: Factores dependientes de la clase de la sección.

□$_y$: *0.60*
□$_z$: *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *0.016* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *8.878* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

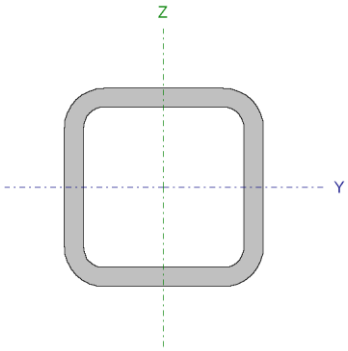
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N35/N47

Perfil: SHS 60x6.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N35	N47	3.000	12.01	55.28	55.28	97.78

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: *Coeficiente de pandeo*
L_K: *Longitud de pandeo (m)*
C_m: *Coeficiente de momentos*
C_1: *Factor de modificación para el momento crítico*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.61*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *12.976* t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *12.976* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *12.976* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: □

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *97.78* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: *0.000* m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: *3.03* cm

Siendo:

$\mathbf{i_y}$ **,** $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $\mathbf{i_y}$: *2.15* cm

$\mathbf{i_z}$: *2.15* cm

$\mathbf{y_0}$ **,** $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de $\mathbf{y_0}$: *0.00* mm

torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

8.00 □ 289.78 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*48.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*6.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*5.76*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*3.60*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.202*** ✓

□ : ***0.718*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *6.471* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *32.067* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *9.016* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.28*

χ_z : *0.28*

Siendo:

ϕ_y : *2.14*

ϕ_z : *2.14*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.49*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *1.61*

$\bar{\lambda}_z$: *1.61*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *12.976* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *12.976* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *12.976* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.020*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: *0.014* t·m

Para flexión negativa:

$\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *0.704* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *26.35* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.019* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *8.878* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *5.76* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *48.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *6.00* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

8.00 □ 64.71 ✓

Donde:

$\square_{\mathbf{w}}$: Esbeltez del alma. $\square_{\mathbf{w}}$: *8.00*

$\square_{\mathbf{máx}}$: Esbeltez máxima. $\square_{\mathbf{máx}}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *2395.51* kp/cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.016* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *8.878* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.222*** ✓

□ : ***0.750*** ✓

□ : ***0.737*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *6.471* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: *0.014* t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *32.067* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: *0.704* t·m; $M_{pl,Rd,z}$: *0.704* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *12.01* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: *26.35* cm³; $W_{pl,z}$: *26.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

□$_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. — □$_{M1}$: *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.57*

$\mathbf{k_z}$: *1.57*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*
$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$\square_y$, $\square_z$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\square_y$: *0.28*
$\square_z$: *0.28*

$\square\square_y$, $\square\square_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\square\square_y$: *1.61*
$\square\square_z$: *1.61*

$\square_y$, $\square_z$: Factores dependientes de la clase de la sección.

$\square_y$: *0.60*
$\square_z$: *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.016* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *8.878* t

<u>Resistencia a torsión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

<u>Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

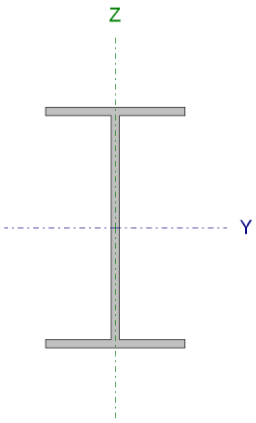
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N3/N13

Perfil: IA 260/550x10x150x10 (Canto 260.0 / 550.0 mm)
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas(1)			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(2) (cm4)	I_z(2) (cm4)	I_t(3) (cm4)
N3	N13	2.005	54.00	5842.00	564.50	18.00

Notas:
(1) Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N3)
(2) Inercia respecto al eje indicado
(3) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	2.005	2.005	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***0.82*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *4*

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef}** : *71.06* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *297.874* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *18011.105* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *297.874* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : □

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *34278.92* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *566.92* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *27.67* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *413282.25* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.005* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *2.005* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *20.49* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *20.32* cm

i_z : *2.61* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de **y_0** : *0.00* mm

torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

53.00 □ 430.63 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*530.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*10.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*53.00*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*15.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

□ < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V4.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *0.032* t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *144.168* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *54.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.014*** ✓

□ : ***0.020*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *2.083* t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *144.168* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : *1*

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *54.00* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: *103.189* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *54.00* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\square$: Coeficiente de reducción por pandeo.

$\square_{\mathbf{y}}$: *0.99*

$\square_{\mathbf{z}}$: *0.72*

Siendo:

$\square_{\mathbf{y}}$: *0.53*

$\square_{\mathbf{z}}$: *0.88*

$\square$: Coeficiente de imperfección elástica. $\square_{\mathbf{y}}$: *0.34*

$\square_z$: *0.49*

$\square\square$: Esbeltez reducida.

$\square\square_y$: *0.22*

$\square\square_z$: *0.71*

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $\mathbf{N_{cr}}$: *296.604* t

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *3069.551* t

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *296.604* t

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: $\square$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\square$: ***0.499*** ✓

Para flexión positiva:

$\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

$\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: *20.135* t·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *40.374* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la $\mathbf{W_{pl,y}}$: *1512.25* cm³

fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.220*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.739* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *3.357* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la **$W_{pl,z}$** : *125.75* cm³

fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

<u>Resistencia a corte Z</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.270*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *9.974* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *36.993* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *24.00* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *240.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *10.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

24.00 □ 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *24.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

ρ: Factor de reducción. ρ : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

<u>Resistencia a corte Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

ρ : ***0.008*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.369* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *46.242* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *30.00* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *54.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *240.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *10.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

<u>Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

9.977 t □ 19.195 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.063 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *9.977* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *38.389* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

0.369 t □ 23.121 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.063 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.369* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *46.242* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.693*** ✓

□ : ***0.607*** ✓

□ : ***0.518*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *2.094* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{-}$: *18.697* t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.739* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *221.591* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: *40.374* t·m; $M_{pl,Rd,z}$: *3.357* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *83.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: *1512.25* cm³; $W_{pl,z}$: *125.75* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.02*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: *1.00*; $C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *1.00*
χ_z : *0.61*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *0.11*
$\bar{\lambda}_z$: *0.88*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*
α_z : *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.063 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

9.977 t ≤ 19.195 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *9.977* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *38.389* t

<u>Resistencia a torsión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

<u>Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

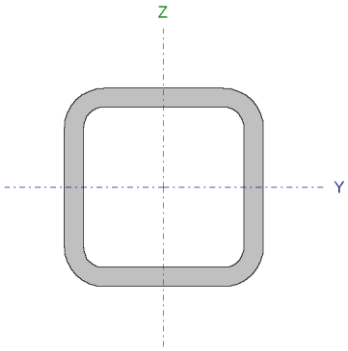
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

<u>Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N47/N43

Perfil: SHS 60x6.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N47	N43	3.000	12.01	55.28	55.28	97.78

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.61*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *12.976* t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *12.976* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *12.976* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: □

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *97.78* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: *0.000* m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: *3.03* cm

Siendo:

$\mathbf{i_y}$ **,** $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $\mathbf{i_y}$: *2.15* cm

$\mathbf{i_z}$: *2.15* cm

$\mathbf{y_0}$ **,** $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de $\mathbf{y_0}$: *0.00* mm

torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

8.00 □ 289.78 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w : *48.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w : *6.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w : *5.76*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: *3.60*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** : *0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** : *2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : *2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *0.022* t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *32.067* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *12.01* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

<u>Resistencia a compresión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.181*** ✓

□ : ***0.643*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V4.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *5.800* t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *32.067* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : *1*

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: *9.016* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\square$: Coeficiente de reducción por pandeo.

$\square_{\mathbf{y}}$: *0.28*

$\square_{\mathbf{z}}$: *0.28*

Siendo:

$\square_{\mathbf{y}}$: *2.14*

$\square_{\mathbf{z}}$: *2.14*

$\square$: Coeficiente de imperfección elástica. $\square_{\mathbf{y}}$: *0.49*

$\square_{\mathbf{z}}$: *0.49*

$\square\square$: Esbeltez reducida.

$\square\square_y$: *1.61*

$\square\square_z$: *1.61*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *12.976* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *12.976* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *12.976* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : $\square$

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\square$: ***0.020*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.014* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *0.704* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *26.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.019* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *8.878* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *5.76* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *48.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *6.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

8.00 □ 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *8.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

ρ: Factor de reducción. ρ : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.016* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *8.878* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.201*** ✓

□ : ***0.674*** ✓

□ : ***0.661*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V4.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *5.796* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^{+}$: *0.014* t·m

$M_{z,Ed}^{+}$: *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *32.067* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *0.704* t·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *0.704* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *12.01* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *26.35* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *26.35* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\mathbf{k_y}$, $\mathbf{k_z}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{k_y}$: *1.51*

$\mathbf{k_z}$: *1.51*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$\square_y$, $\square_z$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\square_y$: *0.28*

$\square_z$: *0.28*

$\square\square_y$, $\square\square_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\square\square_y$: *1.61*

$\square\square_z$: *1.61*

$\square_y$, $\square_z$: Factores dependientes de la clase de la sección.

$\square_y$: *0.60*

$\square_z$: *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.016* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *8.878* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

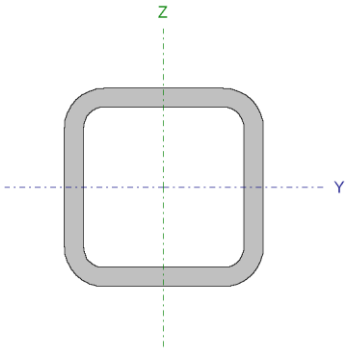
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N35/N38

Perfil: SHS 60x6.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N35	N38	3.000	12.01	55.28	55.28	97.78

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: *Coeficiente de pandeo*
L_K: *Longitud de pandeo (m)*
C_m: *Coeficiente de momentos*
C_1: *Factor de modificación para el momento crítico*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.61*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *12.976* t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *12.976* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *12.976* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: □

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *97.78* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: *0.000* m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: *3.03* cm

Siendo:

$\mathbf{i_y}$ **,** $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $\mathbf{i_y}$: *2.15* cm

$\mathbf{i_z}$: *2.15* cm

$\mathbf{y_0}$ **,** $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de $\mathbf{y_0}$: *0.00* mm

torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

8.00 □ 289.78 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*48.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*6.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*5.76*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*3.60*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *0.022* t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *32.067* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *12.01* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.181*** ✓

□ : ***0.643*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V4.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *5.800* t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *32.067* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : *1*

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: *9.016* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\square$: Coeficiente de reducción por pandeo.

$\square_{\mathbf{y}}$: *0.28*

$\square_{\mathbf{z}}$: *0.28*

Siendo:

$\square_{\mathbf{y}}$: *2.14*

$\square_{\mathbf{z}}$: *2.14*

$\square$: Coeficiente de imperfección elástica. $\square_{\mathbf{y}}$: *0.49*

$\square_{\mathbf{z}}$: *0.49*

$\square\square$: Esbeltez reducida.

$\square\square_y$: *1.61*

$\square\square_z$: *1.61*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *12.976* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *12.976* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *12.976* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : $\square$

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\square$: ***0.020*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.014* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *0.704* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *26.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.019* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *8.878* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *5.76* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *48.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *6.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

8.00 □ 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *8.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

η: Factor de reducción. η : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.016* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *8.878* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.201*** ✓

□ : ***0.674*** ✓

□ : ***0.661*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V4.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *5.796* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^{+}$: *0.014* t·m

$M_{z,Ed}^{+}$: *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *32.067* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *0.704* t·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *0.704* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *12.01* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *26.35* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *26.35* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M1}}$: *1.05*

$\mathbf{k_y}$, $\mathbf{k_z}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{k_y}$: *1.51*

$\mathbf{k_z}$: *1.51*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$\square_y$, $\square_z$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\square_y$: *0.28*

$\square_z$: *0.28*

$\square\square_y$, $\square\square_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\square\square_y$: *1.61*

$\square\square_z$: *1.61*

$\square_y$, $\square_z$: Factores dependientes de la clase de la sección.

$\square_y$: *0.60*

$\square_z$: *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.016* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *8.878* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

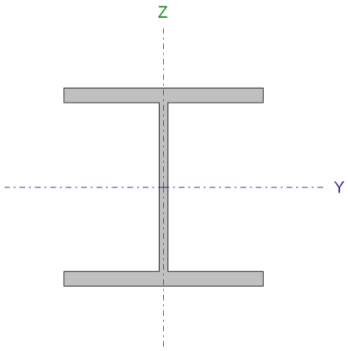
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N49/N3

Perfil: HE 180 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N49	N3	0.250	65.30	3831.00	1363.00	42.16

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.250	0.250	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: *Coeficiente de pandeo*
L_K: *Longitud de pandeo (m)*
C_m: *Coeficiente de momentos*
C_1: *Factor de modificación para el momento crítico*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***0.06*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *65.30* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *46075.056* t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *129503.697* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *46075.056* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: □

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$\mathbf{I_y}$:	*3831.00*	cm4
$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$\mathbf{I_z}$:	*1363.00*	cm4
$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme.	$\mathbf{I_t}$:	*42.16*	cm4
$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección.	$\mathbf{I_w}$:	*93750.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*825688*	kp/cm²
$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$\mathbf{L_{ky}}$:	*0.250*	m
$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$\mathbf{L_{kz}}$:	*0.250*	m
$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$\mathbf{L_{kt}}$:	*0.000*	m
$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$\mathbf{i_0}$:	*8.92*	cm

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes	$\mathbf{i_y}$:	*7.66*	cm
principales de inercia Y y Z.	$\mathbf{i_z}$:	*4.57*	cm
$\mathbf{y_0}$, $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de	$\mathbf{y_0}$:	*0.00*	mm

torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

17.88 □ 164.04 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*152.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*8.50*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*12.92*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*25.20*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

□ < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1+0.9·V3.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *0.042* t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *174.336* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *65.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

<u>Resistencia a compresión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.020*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *3.567* t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *174.336* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *65.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□**$_{M0}$**: Coeficiente parcial de seguridad del material. — □**$_{M0}$** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces □□ □ 0.2 se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

□□: Esbeltez reducida. — □□ : *0.06*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *65.30* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — **N_{cr}** : *46075.056* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — **$N_{cr,y}$** : *129503.697* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — **$N_{cr,z}$** : *46075.056* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — **$N_{cr,T}$** : □

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.181*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N49, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

$\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: *2.332* t·m

Para flexión negativa:

$\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *12.852* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *481.40* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\square$: ***0.056*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: *0.347* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V3+0.75·N1.

$\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: *0.031* t·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *6.167* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,z}}$: *231.00* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

<u>Resistencia a corte Z</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\square$: ***0.661*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *15.596* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *23.583* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *15.30* cm²

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *180.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

17.88 □ 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *17.88*

□$_{máx}$: Esbeltez máxima. □$_{máx}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.003*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.239* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *80.738* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *52.38* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *65.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *152.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.183*** ✓

Ya que el esfuerzo cortante solicitante V_{Ed} es superior al 50% del esfuerzo cortante resistente $V_{c,Rd}$, es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión.

15.545 t □ 11.792 t

Donde:

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *15.545* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *23.583* t

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N49, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *2.332* t·m

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *14.451* t

El momento flector resistente de cálculo reducido $M_{v,Rd}$ viene dado por:

$M_{v,Rd}^{+}$: *12.759* t·m

Donde:

W_{pl}: Módulo resistente plástico. W_{pl} : *481.40* cm³

□: Coeficiente de reducción por interacción de esfuerzos. □ : *0.05*

Siendo:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante plástico resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *23.583* t

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *15.30* cm²

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. □$_{M0}$: *1.05*

$M_{c,Rd}$: Momento flector resistente de cálculo. $M_{c,Rd}$: *12.852* t·m

<u>Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.239 t □ 40.369 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.239* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *80.738* t

<u>Resistencia a flexión y axil combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.246*** ✓

□ : ***0.228*** ✓

□ : ***0.173*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N49, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *3.533* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^{+}$** : *2.332* t·m **$M_{z,Ed}^{+}$** : *0.271* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *174.336* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{pl,Rd,y}$** : *12.852* t·m **$M_{pl,Rd,z}$** : *6.167* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *65.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **$W_{pl,y}$** : *481.40* cm³ **$W_{pl,z}$** : *231.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: *1.00* $C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. χ_y : *1.00* χ_z : *1.00*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.04* $\bar{\lambda}_z$: *0.06*

η_y, η_z: Factores dependientes de la clase de la sección. η_y : *0.60* η_z : *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.247*** ✓

Ya que el esfuerzo cortante solicitante $\mathbf{V_{Ed}}$ es superior al 50% del esfuerzo cortante resistente $\mathbf{V_{c,Rd}}$, es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil.

14.451 t □ 11.792 t

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *14.451* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *23.583* t

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N49, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V1+0.75·N1.

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *3.533* t

$\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}^{+}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$: *2.332* t

$\mathbf{M_{z,Ed}^{+}}$: *0.271* t

El axil resistente de cálculo reducido $\mathbf{N_{v,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{N_{v,Rd}}$: *172.582* t

Donde:

$\square_{\mathbf{N}}$: Coeficiente de reducción ponderado por interacción de esfuerzos.

$\square_{\mathbf{N}}$: *0.01*

Siendo:

$\mathbf{S_w}$: Relación entre el área bruta del alma y el área bruta de la sección. $\mathbf{S_w}$: *0.198*

$\mathbf{S_f}$: Relación entre el área bruta del ala y el área bruta de la sección. $\mathbf{S_f}$: *0.802*

Los momentos flectores resistentes de cálculo reducido $\mathbf{M_{v,Rd,y}}$ y $\mathbf{M_{v,Rd,z}}$ vienen dados por:

$\mathbf{M_{v,Rd,y}}^{+}$: *12.759* t·m

$\mathbf{M_{v,Rd,z}}^{+}$: *6.167* t·m

Donde:

$\square_{yy}$, $\square_{zz}$: Coeficientes de reducción por interacción de esfuerzos.

$\square_{yy}$: *0.05*

$\square_{zz}$: *0.00*

Siendo:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,y}}$: *0.239* t

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *14.451* t

$\mathbf{V_{pl,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante plástico resistente de cálculo. $\mathbf{V_{pl,Rd,y}}$: *80.738* t

$\mathbf{V_{pl,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante plástico resistente de cálculo. $\mathbf{V_{pl,Rd,z}}$: *23.583* t

$\mathbf{A_{v,z}}$: Áreas transversales a cortante. $\mathbf{A_{v,z}}$: *15.30* cm²

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *8.50* mm

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *481.40* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *231.00* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

$N_{c,Rd}$: Axil resistente de cálculo. $N_{c,Rd}$: *174.336* t

$M_{c,Rd,y}^{+}$, $M_{c,Rd,z}^{+}$: Momentos flectores resistentes de cálculo. $M_{c,Rd,y}^{+}$: *12.852* t·m

$M_{c,Rd,z}^{+}$: *6.167* t·m

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.064*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.030* t·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd}$: *0.464* t·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *30.11* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.672*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *15.596* t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.018* t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *23.220* t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *23.583* t

□**$_{T,Ed}$**: Tensiones tangenciales por torsión. □**$_{T,Ed}$** : *58.93* kp/cm²

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *30.11* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□**$_{M0}$**: Coeficiente parcial de seguridad del material. □**$_{M0}$** : *1.05*

<u>Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.002*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.143* t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.018* t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *79.494* t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *80.738* t

□**$_{T,Ed}$**: Tensiones tangenciales por torsión. □**$_{T,Ed}$** : *58.93* kp/cm²

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *30.11* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

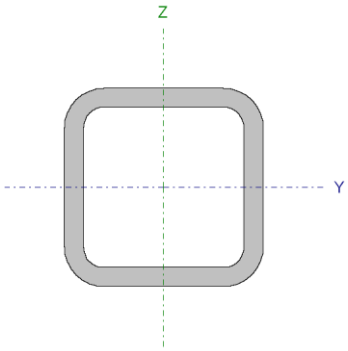
Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□**$_{M0}$**: Coeficiente parcial de seguridad del material. □**$_{M0}$** : *1.05*

Barra N46/N42

Perfil: SHS 60x6.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N46	N42	3.000	12.01	55.28	55.28	97.78

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: *Coeficiente de pandeo*
L_K: *Longitud de pandeo (m)*
C_m: *Coeficiente de momentos*
C_1: *Factor de modificación para el momento crítico*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.61*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *12.976* t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *12.976* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *12.976* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: □

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *97.78* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: *0.000* m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: *3.03* cm

Siendo:

$\mathbf{i_y}$ **,** $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $\mathbf{i_y}$: *2.15* cm

$\mathbf{i_z}$: *2.15* cm

$\mathbf{y_0}$ **,** $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de $\mathbf{y_0}$: *0.00* mm

torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

8.00 □ 289.78 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w : *48.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w : *6.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w : *5.76*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: *3.60*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** : *0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** : *2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : *2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.175*** ✓

□ : ***0.621*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V4+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *5.600* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *32.067* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *9.016* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.28*

χ_z : *0.28*

Siendo:

ϕ_y : *2.14*

ϕ_z : *2.14*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.49*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *1.61*

$\bar{\lambda}_z$: *1.61*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *12.976* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *12.976* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *12.976* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.020*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: *0.014* t·m

Para flexión negativa:

$\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *0.704* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *26.35* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.019* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *8.878* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *5.76* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *48.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *6.00* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

8.00 □ 64.71 ✓

Donde:

$\square_{\mathbf{w}}$: Esbeltez del alma. $\square_{\mathbf{w}}$: *8.00*

$\square_{\mathbf{máx}}$: Esbeltez máxima. $\square_{\mathbf{máx}}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *2395.51* kp/cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.016* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *8.878* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.195*** ✓

□ : ***0.652*** ✓

□ : ***0.639*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V4+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *5.600* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: *0.014* t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *32.067* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: *0.704* t·m; $M_{pl,Rd,z}$: *0.704* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *12.01* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: *26.35* cm³; $W_{pl,z}$: *26.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

□$_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. — □$_{M1}$: *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.50*

k_z : *1.50*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: *1.00*
$C_{m,z}$: *1.00*

□$_y$, □$_z$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

□$_y$: *0.28*
□$_z$: *0.28*

□□$_y$, □□$_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

□□$_y$: *1.61*
□□$_z$: *1.61*

□$_y$, □$_z$: Factores dependientes de la clase de la sección.

□$_y$: *0.60*
□$_z$: *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·PP.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *0.016* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *8.878* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

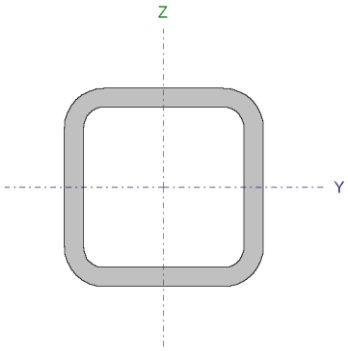
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N34/N39

Perfil: SHS 60x6.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N34	N39	3.000	12.01	55.28	55.28	97.78

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.61*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *12.976* t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *12.976* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *12.976* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: □

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *55.28* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *97.78* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *0.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: *3.000* m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: *0.000* m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: *3.03* cm

Siendo:

$\mathbf{i_y}$ **,** $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $\mathbf{i_y}$: *2.15* cm

$\mathbf{i_z}$: *2.15* cm

$\mathbf{y_0}$ **,** $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de $\mathbf{y_0}$: *0.00* mm

torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

8.00 □ 289.78 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*48.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*6.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*5.76*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*3.60*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.175*** ✓

□ : ***0.621*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V4+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *5.600* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *32.067* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *9.016* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *12.01* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.28*

χ_z : *0.28*

Siendo:

ϕ_y : *2.14*

ϕ_z : *2.14*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.49*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *1.61*

$\bar{\lambda}_z$: *1.61*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *12.976* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *12.976* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *12.976* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.020*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: *0.014* t·m

Para flexión negativa:

$\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *0.704* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *26.35* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.019* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *8.878* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *5.76* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *48.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *6.00* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\square_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\square_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

8.00 □ 64.71 ✓

Donde:

$\square_{\mathbf{w}}$: Esbeltez del alma. $\square_{\mathbf{w}}$: *8.00*

$\square_{\mathbf{máx}}$: Esbeltez máxima. $\square_{\mathbf{máx}}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *2395.51* kp/cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.016* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *8.878* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.195*** ✓

□ : ***0.652*** ✓

□ : ***0.639*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1+1.5·V4+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{c,Ed}$** : *5.600* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^{+}$** : *0.014* t·m; **$M_{z,Ed}^{+}$** : *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — **$N_{pl,Rd}$** : *32.067* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : *0.704* t·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *0.704* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *12.01* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — **$W_{pl,y}$** : *26.35* cm³; **$W_{pl,z}$** : *26.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□$_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. — **□$_{M1}$** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.50*

k_z : *1.50*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: *1.00*
$C_{m,z}$: *1.00*

□$_y$, □$_z$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

□$_y$: *0.28*
□$_z$: *0.28*

□□$_y$, □□$_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

□□$_y$: *1.61*
□□$_z$: *1.61*

□$_y$, □$_z$: Factores dependientes de la clase de la sección.

□$_y$: *0.60*
□$_z$: *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.214 m del nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP.

0.016 t □ 4.439 t ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *0.016* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *8.878* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

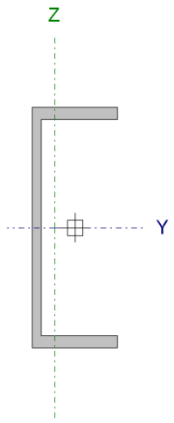
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

10. Anexo 3. Escalera (comprobación E.L.U.)

10.1. Zanca escalera

Barra N2/N1

Perfil: UPN 240
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N2	N1	3.097	42.30	3600.00	248.00	19.70	-20.20	0.00

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*
(3) *Coordenadas del centro de gravedad*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	0.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.000	3.097	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: *Coeficiente de pandeo*
L_K: *Longitud de pandeo (m)*
C_m: *Coeficiente de momentos*
C_1: *Factor de modificación para el momento crítico*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***0.39*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *42.30* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *793.078* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : □

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. **$N_{cr,FT}$** : *793.078* t

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *793.078* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : □

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *3600.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *248.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *19.70* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *22100.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *3.097* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *0.000* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

□: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: □ : *0.80*

Donde:

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.64* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección **i_y** : *9.23* cm

bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_z :	*2.42*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*-47.19*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

22.53 □ 310.74 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*214.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*9.50*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*20.33*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*11.05*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

<u>Resistencia a tracción</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *0.551* t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *112.931* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *42.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.005*** ✓

□ : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *0.551* t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *112.931* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *42.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *102.129* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *42.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_{FT} : *0.90*

Siendo:

ϕ_{FT} : *0.62*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_{FT} : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_{FT}$: *0.39*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *793.078* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: ∞

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: *793.078* t

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.063*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.548 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

$\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{+}}$: *0.598* t·m

Para flexión negativa:

$\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^{-}}$: *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *9.558* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *358.00* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

□$_{\mathbf{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. □$_{\mathbf{M0}}$: *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.022*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.772* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *35.144* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *22.80* cm²

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *240.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **□$_{M0}$** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

22.53 □ 64.71 ✓

Donde:

□$_w$: Esbeltez del alma. **□$_w$** : *22.53*

□**máx**: Esbeltez máxima. □**máx** : *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

f$_{ref}$: Límite elástico de referencia. **f$_{ref}$** : *2395.51* kp/cm²

f$_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f$_y$** : *2803.26* kp/cm²

<u>Resistencia a corte Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

<u>Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V$_{Ed}$** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V$_{c,Rd}$**.

0.675 t □ 17.572 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.194 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V$_{Ed}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V$_{Ed}$** : *0.675* t

V$_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V$_{c,Rd}$** : *35.144* t

<u>Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

<u>Resistencia a flexión y axil combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.062*** ✓

□ : ***0.062*** ✓

□ : ***0.038*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.355 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *0.069* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: *0.588* t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *112.931* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: *9.558* t·m; $M_{pl,Rd,z}$: *2.021* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *42.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: *358.00* cm³; $W_{pl,z}$: *75.70* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

□$_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. — □$_{M1}$: *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: *1.00*
$C_{m,z}$: *1.00*

□$_y$, □$_z$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

□$_y$: *0.90*
□$_z$: *1.00*

□□$_y$, □□$_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

□□$_y$: *0.39*
□□$_z$: *0.00*

□$_y$, □$_z$: Factores dependientes de la clase de la sección.

□$_y$: *0.60*
□$_z$: *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.194 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

0.675 t □ 17.572 t ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *0.675* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *35.144* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

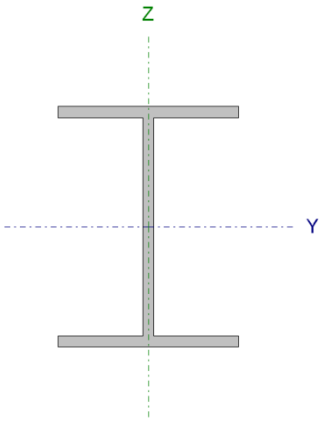
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

10.2. Ménsula

Barra N1/N2

Perfil: IA 200/80x10x150x10 (Canto 200.0 / 80.0 mm)
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas[1]			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[2] (cm4)	I_z[2] (cm4)	I_t[3] (cm4)
N1	N2	1.501	48.00	3196.00	564.00	16.00

Notas:
[1] Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N1)
[2] Inercia respecto al eje indicado
[3] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
□	1.00	2.00	0.00	0.00
L_K	1.501	3.002	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
□: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida □□ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

□□ : ***1.05*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *36.00* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *90.938* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *90.938* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *527.815* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : □

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *388.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *563.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *12.00* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *6896.75* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *3.002* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *1.501* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *5.14* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *3.28* cm

i_z : *3.95* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

18.00 □ 250.96 ✓

Donde:

$\mathbf{h_w}$: Altura del alma.	$\mathbf{h_w}$:	*180.00*	mm
$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma.	$\mathbf{t_w}$:	*10.00*	mm
$\mathbf{A_w}$: Área del alma.	$\mathbf{A_w}$:	*18.00*	cm²
$\mathbf{A_{fc,ef}}$: Área reducida del ala comprimida.	$\mathbf{A_{fc,ef}}$:	*15.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
$\mathbf{f_{yf}}$: Límite elástico del acero del ala comprimida.	$\mathbf{f_{yf}}$:	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.001*** ✓

□ : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.062 m del nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *0.078* t

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *126.825* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *47.50* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *106.780* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *47.50* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.91*

χ_z : *0.84*

Siendo:

ϕ_y : *0.63*

ϕ_z : *0.70*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.34*

$\square_z$: *0.49*

□□: Esbeltez reducida.

$\square\square_y$: *0.43*

$\square\square_z$: *0.50*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *528.714* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *707.207* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *528.714* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: □

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.157*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : *1.531* t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *9.771* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *366.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.103*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.948* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *9.248* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *6.00* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *60.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *10.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

□$_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. □$_{M0}$: *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

6.00 □ 64.71 ✓

Donde:

□$_w$: Esbeltez del alma. □$_w$: *6.00*

□$_{máx}$: Esbeltez máxima. □$_{máx}$: *64.71*

□: Factor de reducción. □ : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

1.964 t □ 13.873 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.964* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *27.745* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

□ : ***0.157*** ✓

□ : ***0.157*** ✓

□ : ***0.095*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *0.079* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^-$** : *1.531* t·m **$M_{z,Ed}^+$** : *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *128.149* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{pl,Rd,y}$** : *9.771* t·m **$M_{pl,Rd,z}$** : *3.124* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *48.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: *366.00* cm³

$W_{pl,z}$: *117.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: *1.00*

$C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *0.92*

χ_z : *0.84*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *0.42*

$\bar{\lambda}_z$: *0.50*

β_y, β_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

β_y : *0.60*

β_z : *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+0.9·V1+0.75·N1.

1.964 t ≤ 13.873 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *1.964* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *27.745* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Pamplona, a 5 de Septiembre de 2013

Lorena Barreira Blázquez

Ingeniero Técnico Industrial Mecánico

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

PLANOS

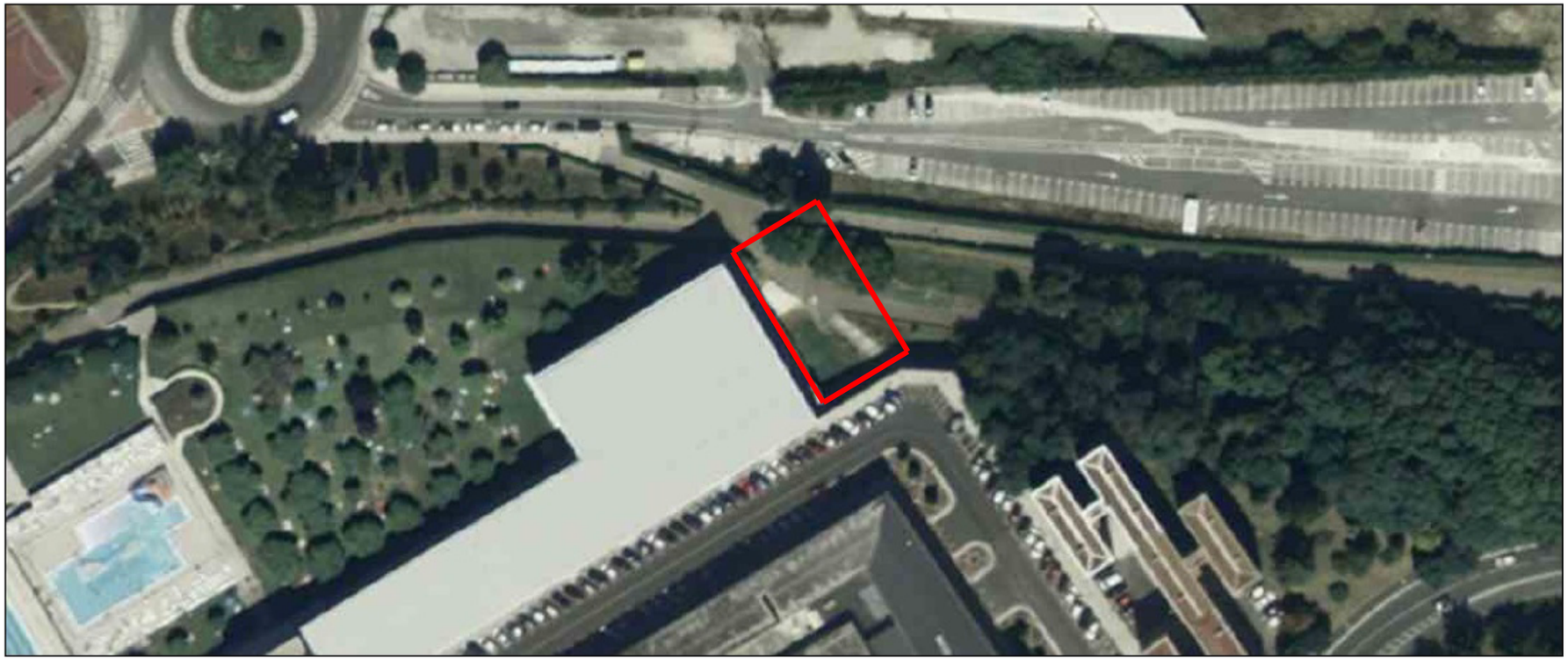
LORENA BARREIRA BLÁZQUEZ
JOSÉ JAVIER LUMBRERAS AZANZA

Pamplona, Fecha de defensa

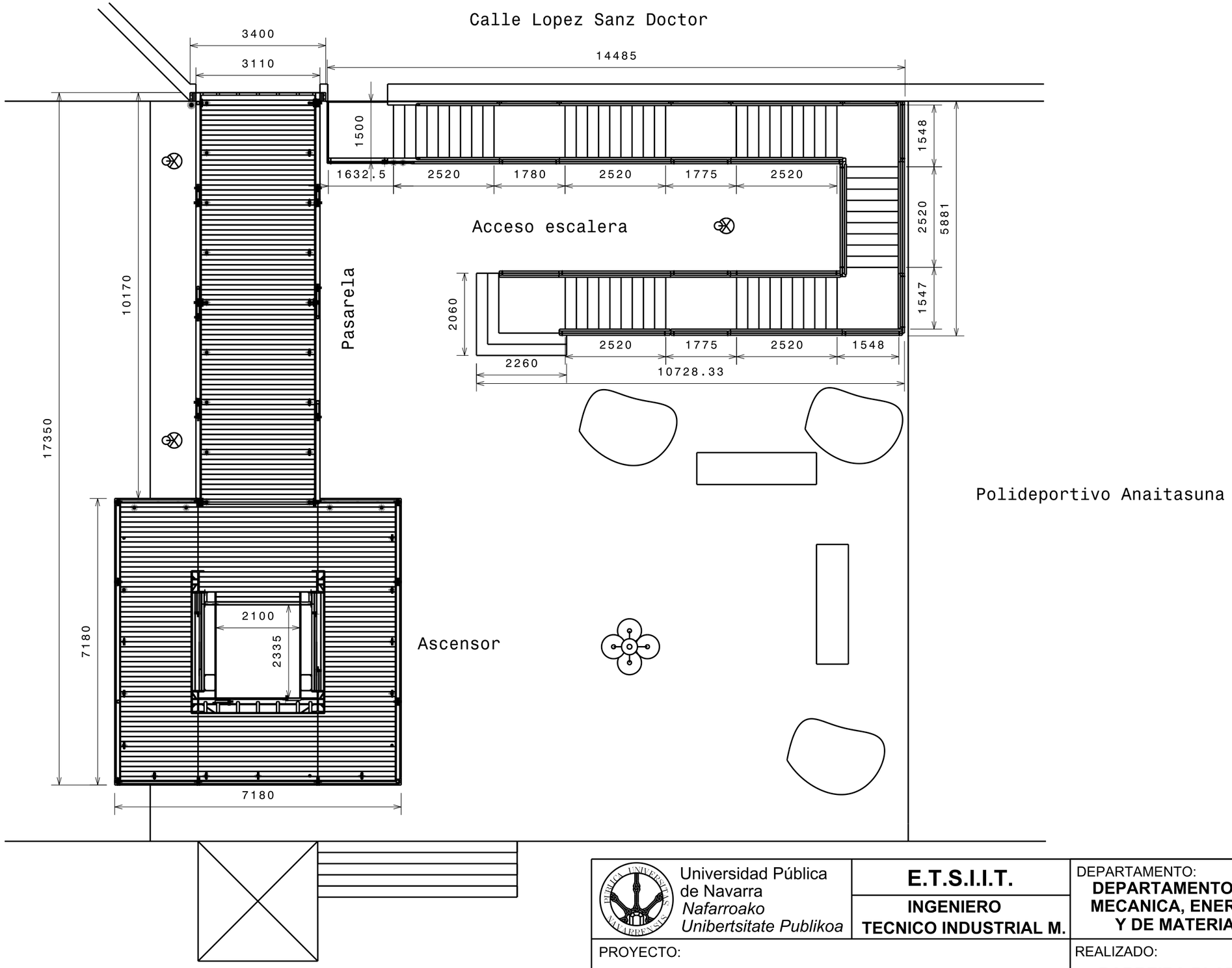
Índice

- Alzados torre
- Detalles torre
- Voladizo torre
- Secciones torre 1
- Secciones torre 2

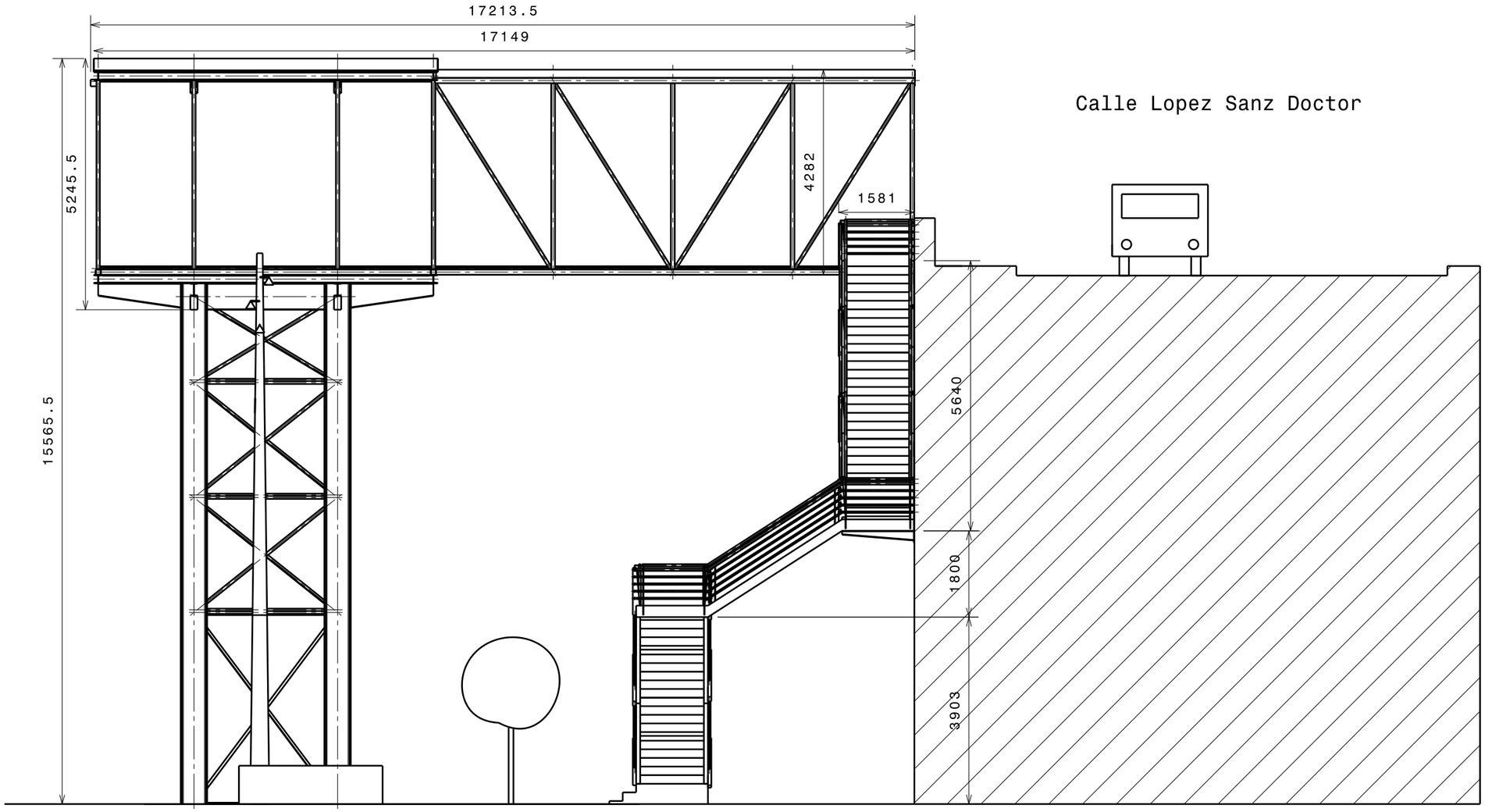
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA** FIRMA:
PLANO: **EMPLAZAMIENTO 1**		FECHA: 05/09/14 · ESCALA: 1:25000 · Nº PLANO: 1



Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA** FIRMA:
PLANO: **EMPLAZAMIENTO 2**		FECHA: 05/09/14 · ESCALA: 1:1000 · Nº PLANO: 2

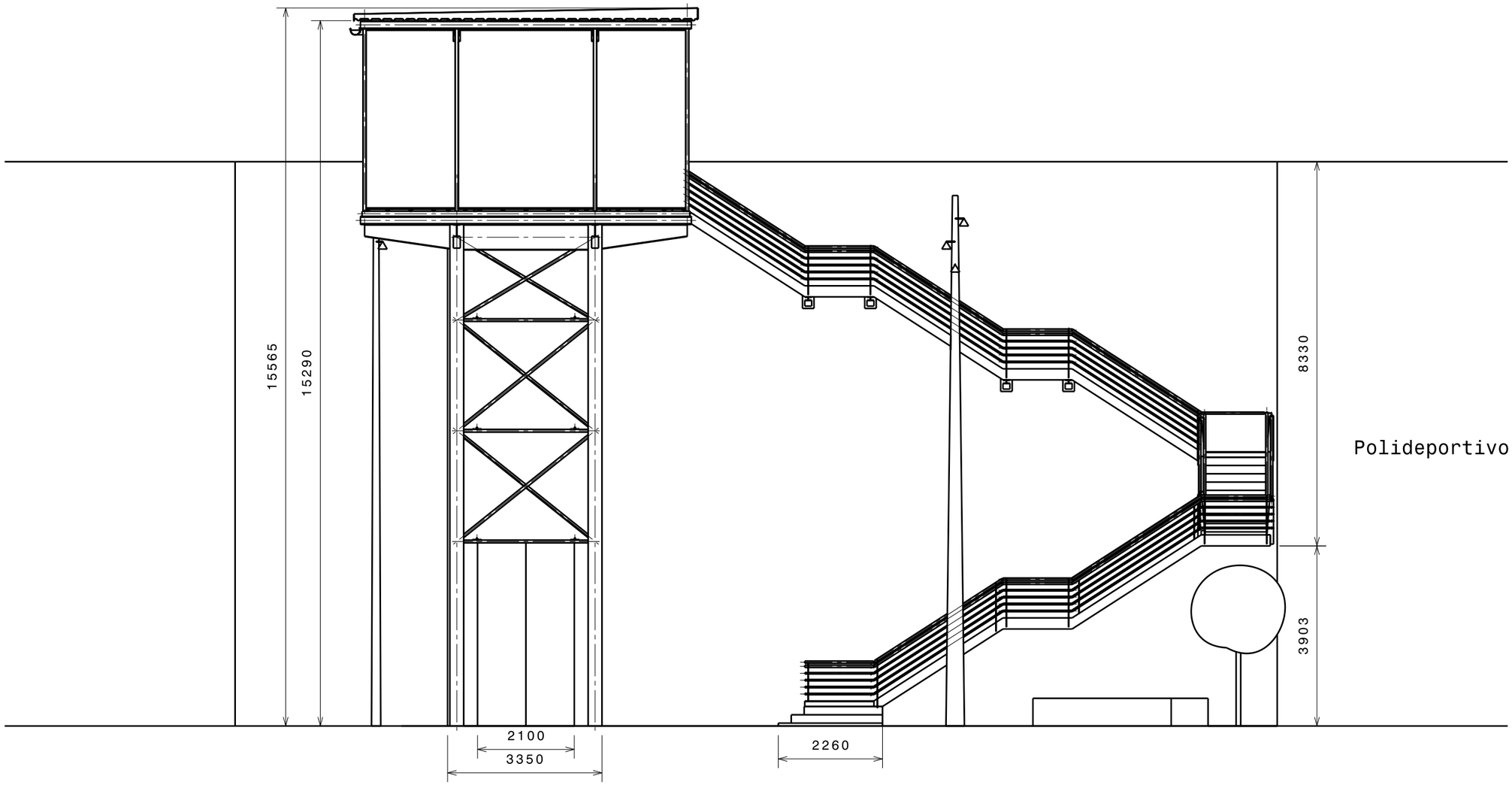


Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA** FIRMA:
PLANO: **PLANTA PROYECTO**		FECHA: 05/09/14 · ESCALA: 1:100 · Nº PLANO: 3

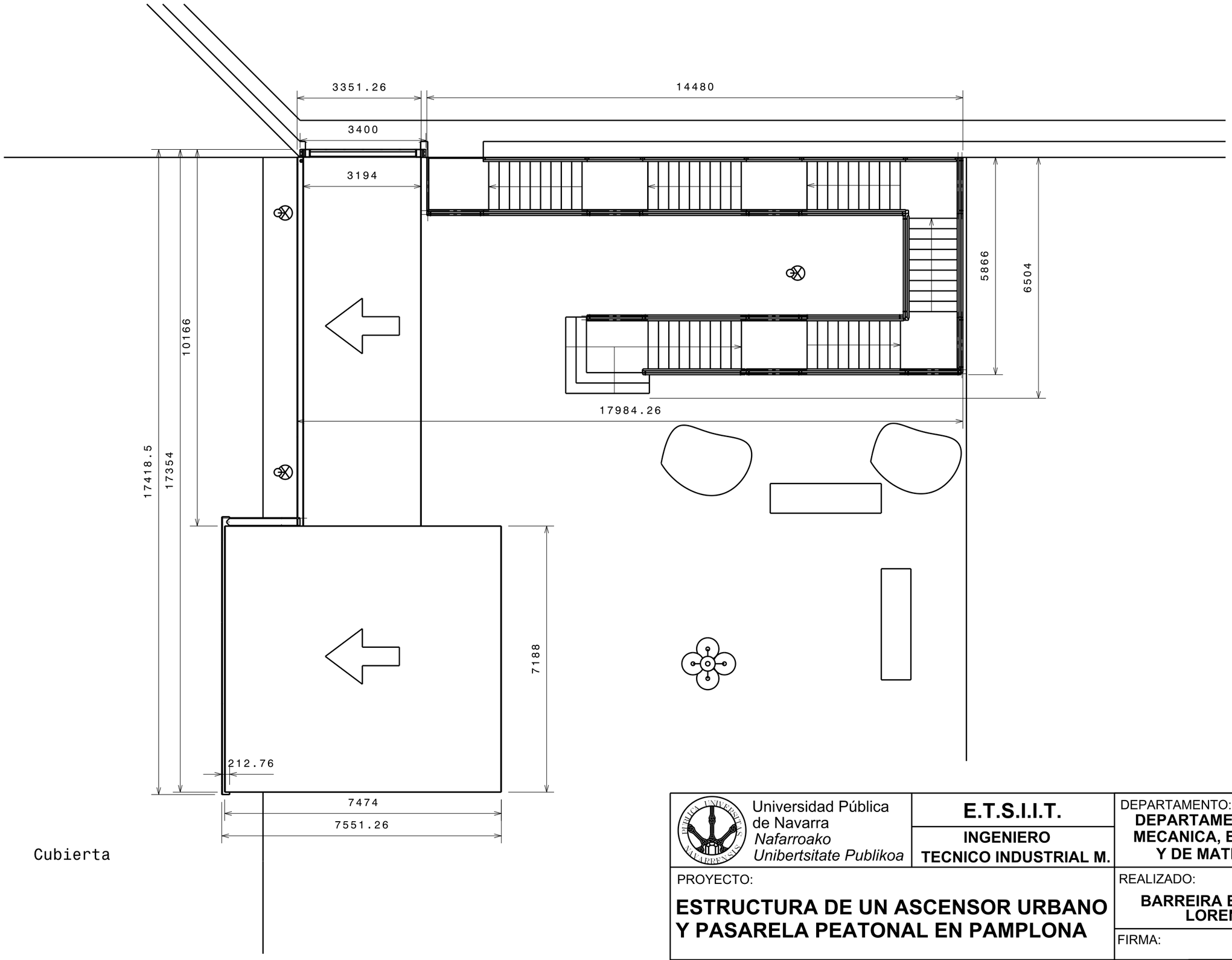


Alzado

Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA** FIRMA:
PLANO: **ALZADO PROYECTO**		FECHA: 05/09/14 · ESCALA: 1:100 · Nº PLANO: 4



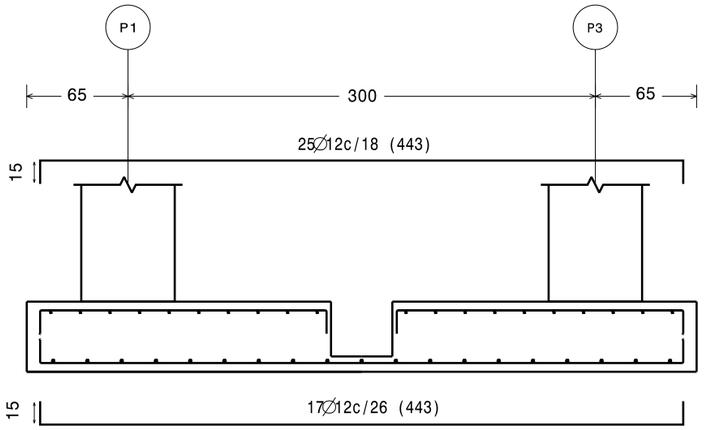
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA** FIRMA:
PLANO: **ALZADO 2 PROYECTO**		FECHA: 05/09/14 · ESCALA: 1:100 · Nº PLANO: 5

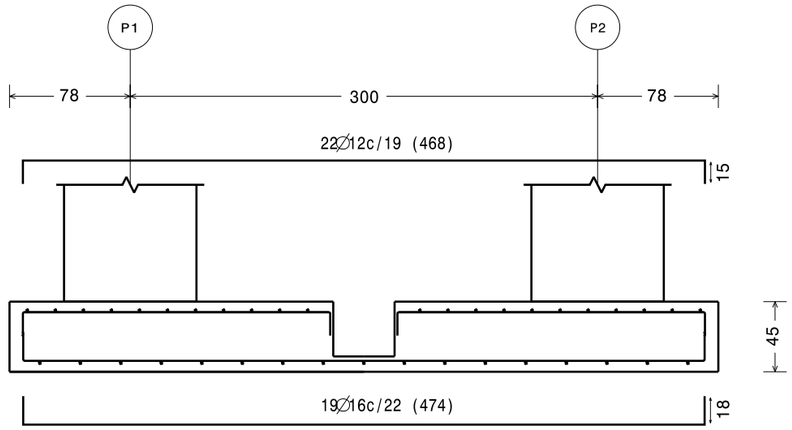


Cubierta

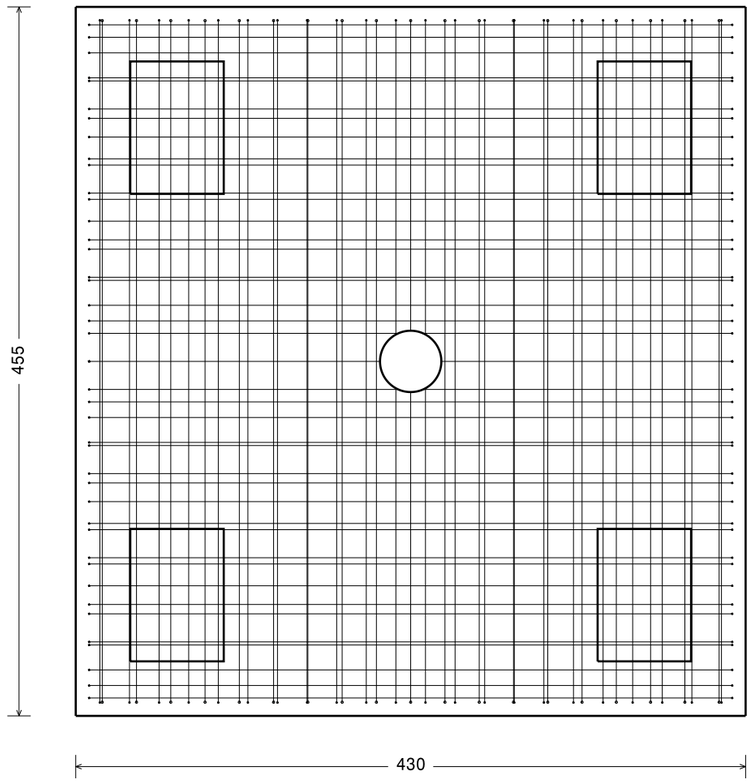
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA** FIRMA:
PLANO: **CUBIERTA PROYECTO**		FECHA: 05/09/14 · ESCALA: 1:100 · Nº PLANO: 6

(P1-P2-P3-P4)

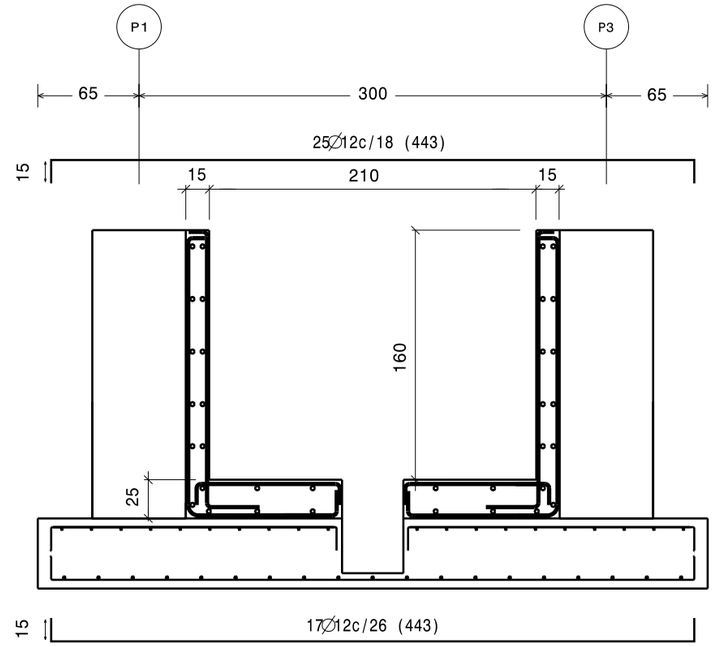




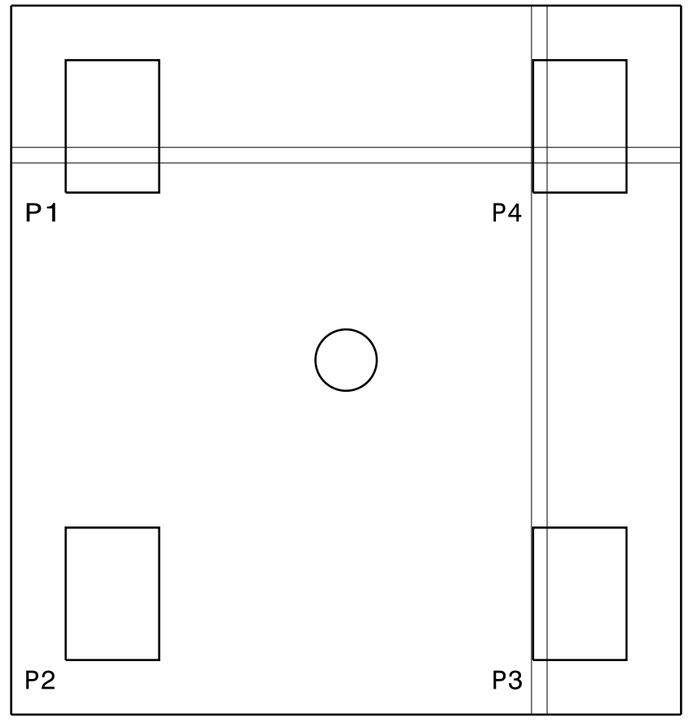
P1: 18∅12(30+37+30)
P2: 18∅12(30+37+30)
P3: 18∅12(30+37+30)
P4: 18∅12(30+37+30)



(P1-P2-P3-P4)



Foso de ascensor



430 x 455 x 45
Sup X: 25∅12c/18
Sup Y: 22∅12c/19
Inf X: 17∅12c/26
Inf Y: 19∅16c/22

Arranques
n∅xx(aa+bb+cc)
cc, aa, bb

Cimentación
Cimentación
Hormigón: HA-25, Yc=1.5

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
(P1-P2-P3-P4)	430x455	45	17∅12c/26	19∅16c/22	25∅12c/18	22∅12c/19

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

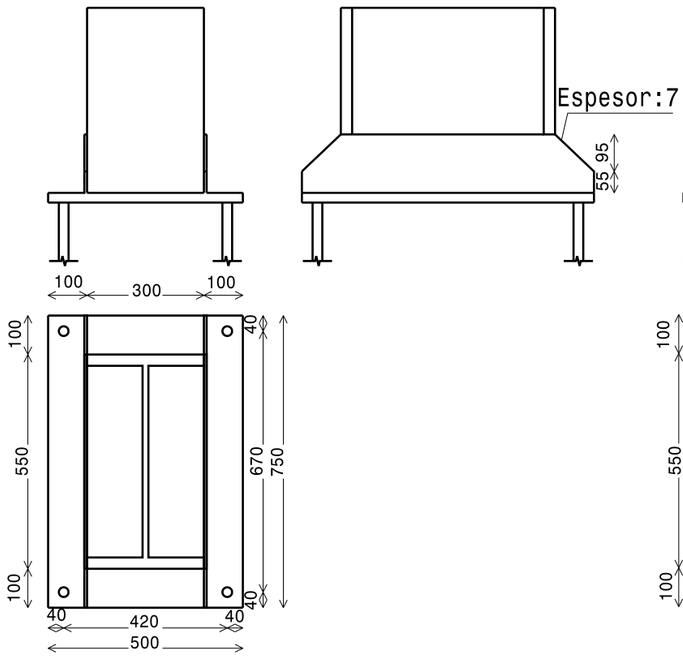
REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

FIRMA:

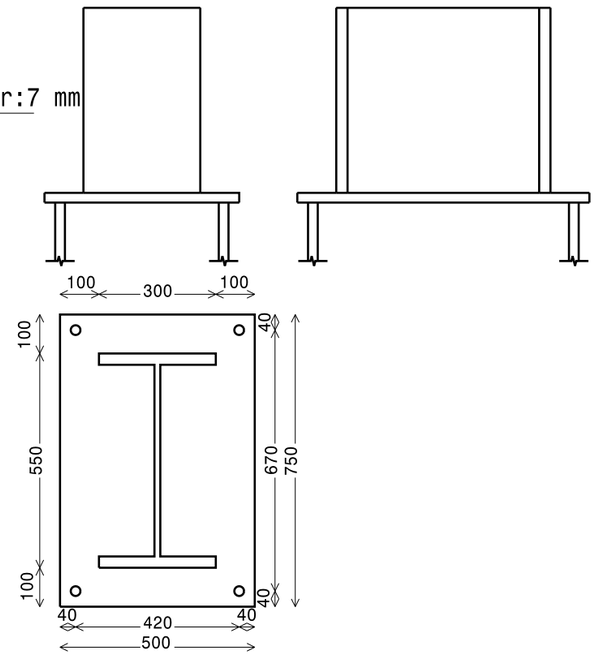
PLANO:
CIMENTACION Y FOSO DE ASCENSOR

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:100	7

Dimensiones Placa = 500x750x25 mm (S275)
Pernos = 4_25 mm, B 400 S, Ys = 1.15
Ref. pilares : N37

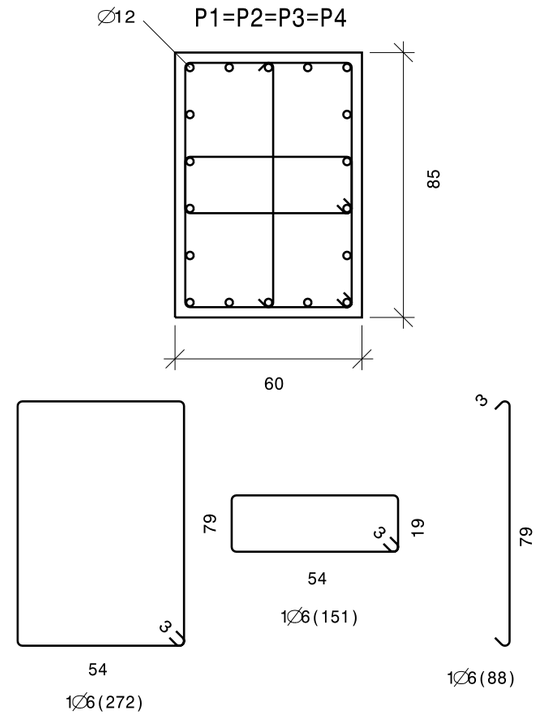


Dimensiones Placa = 500x750x25 mm (S275)
Pernos = 4∅25 mm, B 400 S, Ys = 1.15
Ref. pilares : N44



Espesor placa base: 25 mm

Forjado 1



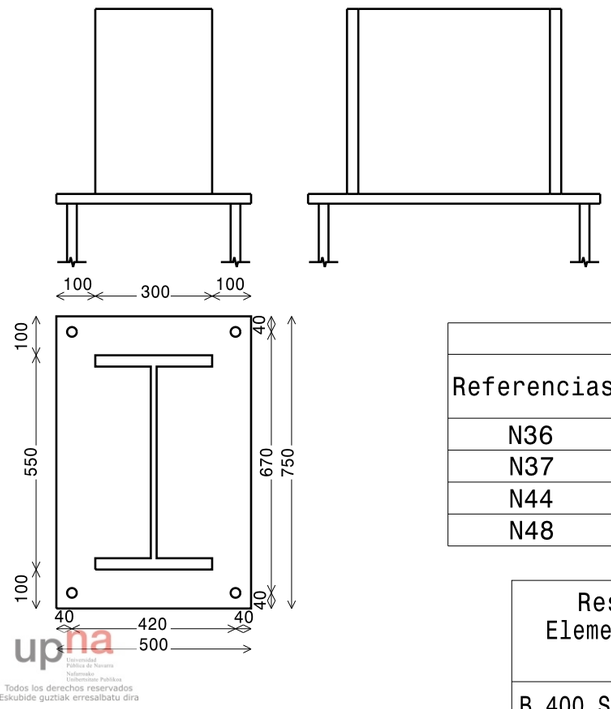
Cimentación

Cuadro de pilares
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Acero en barras: B 500 S, Ys=1.15
Acero en estribos: B 500 S, Ys=1.15

Arm. Long.: 18∅12 (180) Arranque: 18∅12 (97)		
Estribos: ∅6		
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)
110 a 160	5	10
60 a 110	4	15
0 a 60	10	6
Arranque	3	.

Dimensiones Placa = 500x750x25 mm (S275)
Pernos = 4∅25 mm, B 400 S, Ys = 1.15
Ref. pilares : N48

Espesor placa base: 25 mm

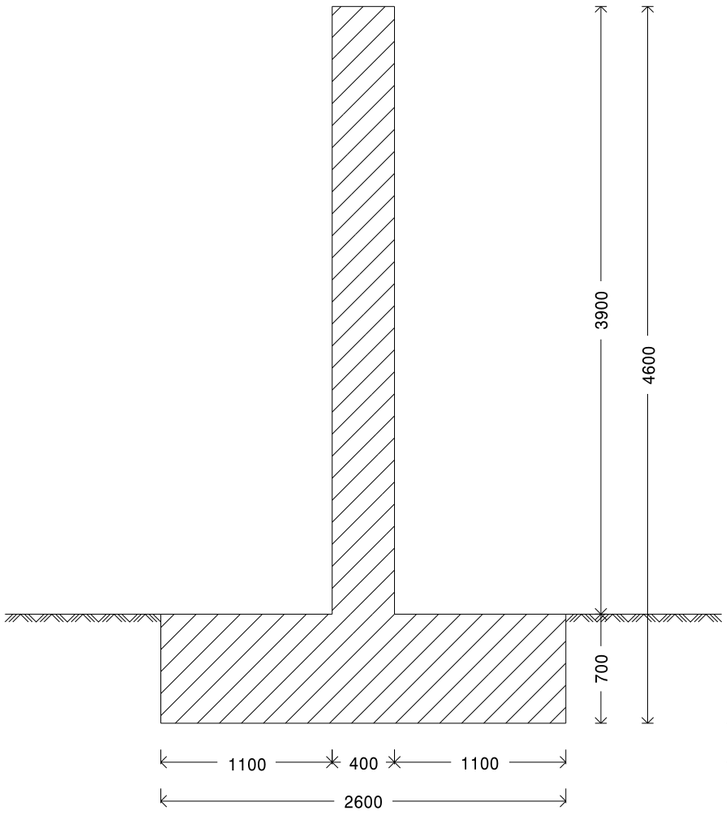


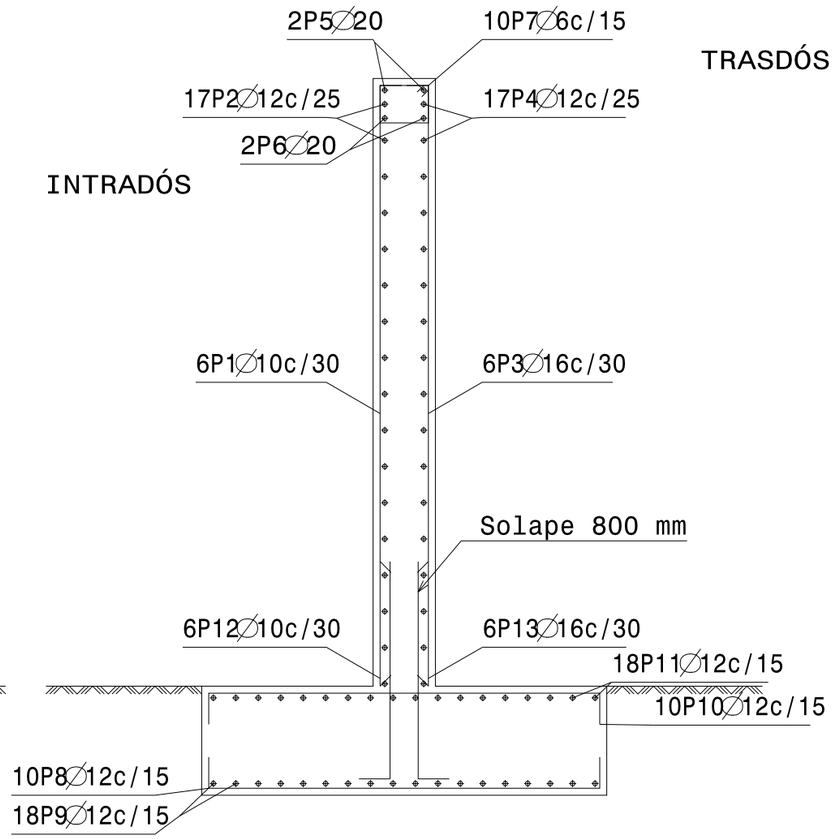
Resumen Acero Cuadro de pilares		Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1.15	∅6	443.1	108	312
	∅12	208.8	204	

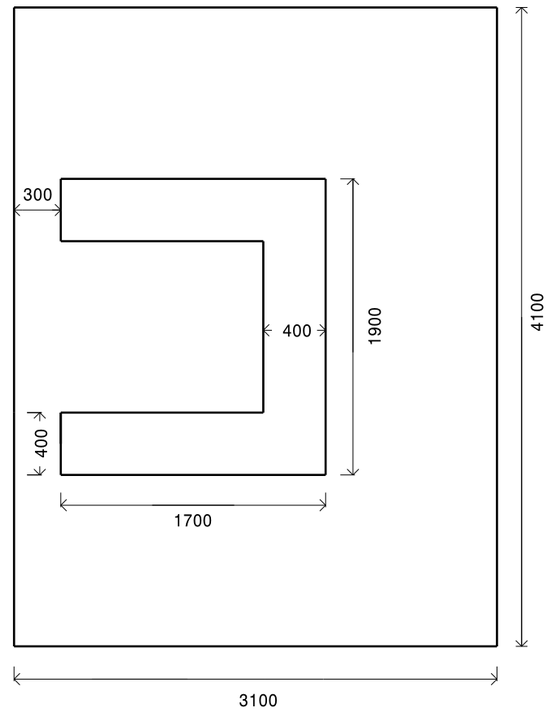
Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N36	4∅25 mm L=90 cm	500x750x25 (mm)
N37	4∅25 mm L=80 cm	500x750x25 (mm)
N44	4∅25 mm L=45 cm	500x750x25 (mm)
N48	4∅25 mm L=35 cm	500x750x25 (mm)

Resumen Acero Elemento y Placa de anclaje		Long. total (m)	Peso+10% (kg)
B 400 S, Ys=1.15	∅16	446.2	775

Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA** FIRMA:
PLANO: **PLACAS DE ANCLAJE**		FECHA: 05/09/14 · ESCALA: 1:50 · Nº PLANO: 8

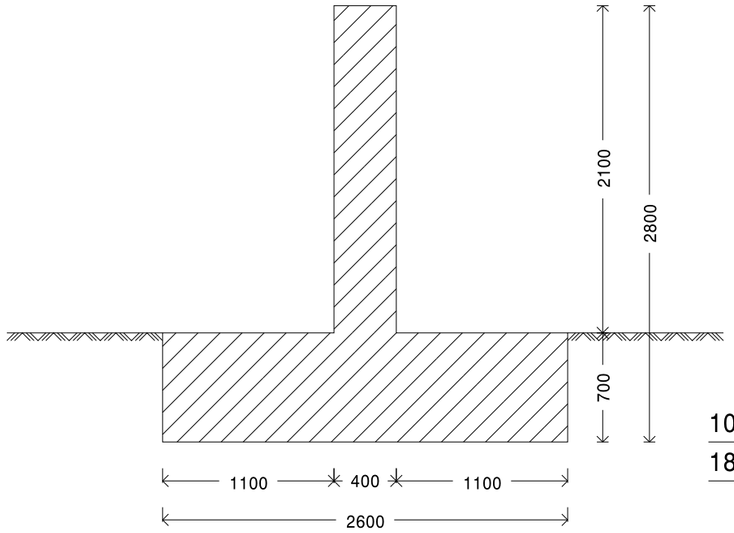


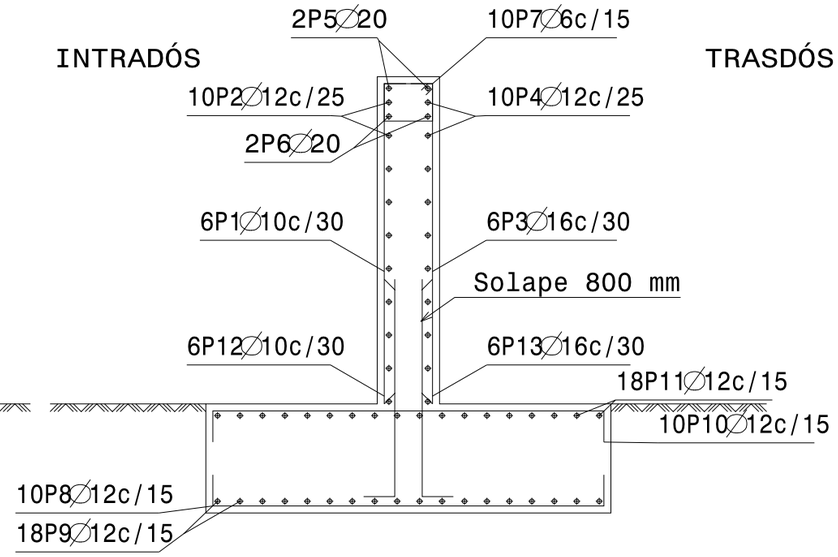


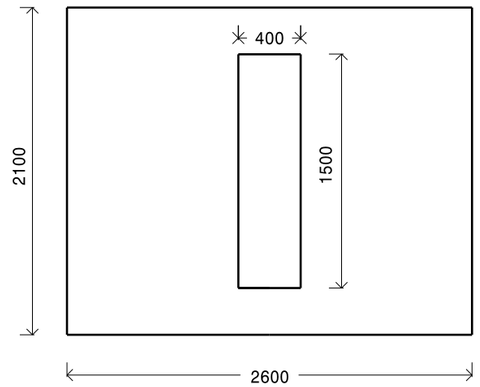


Muro 3900 m
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Acero en barras: B 500 S, Ys=1.15
Acero en estribos: B 500 S, Ys=1.15

Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA** FIRMA:
PLANO: **MURO GRANDE**	FECHA: 05/09/14	ESCALA: 1:50 / Nº PLANO: 9

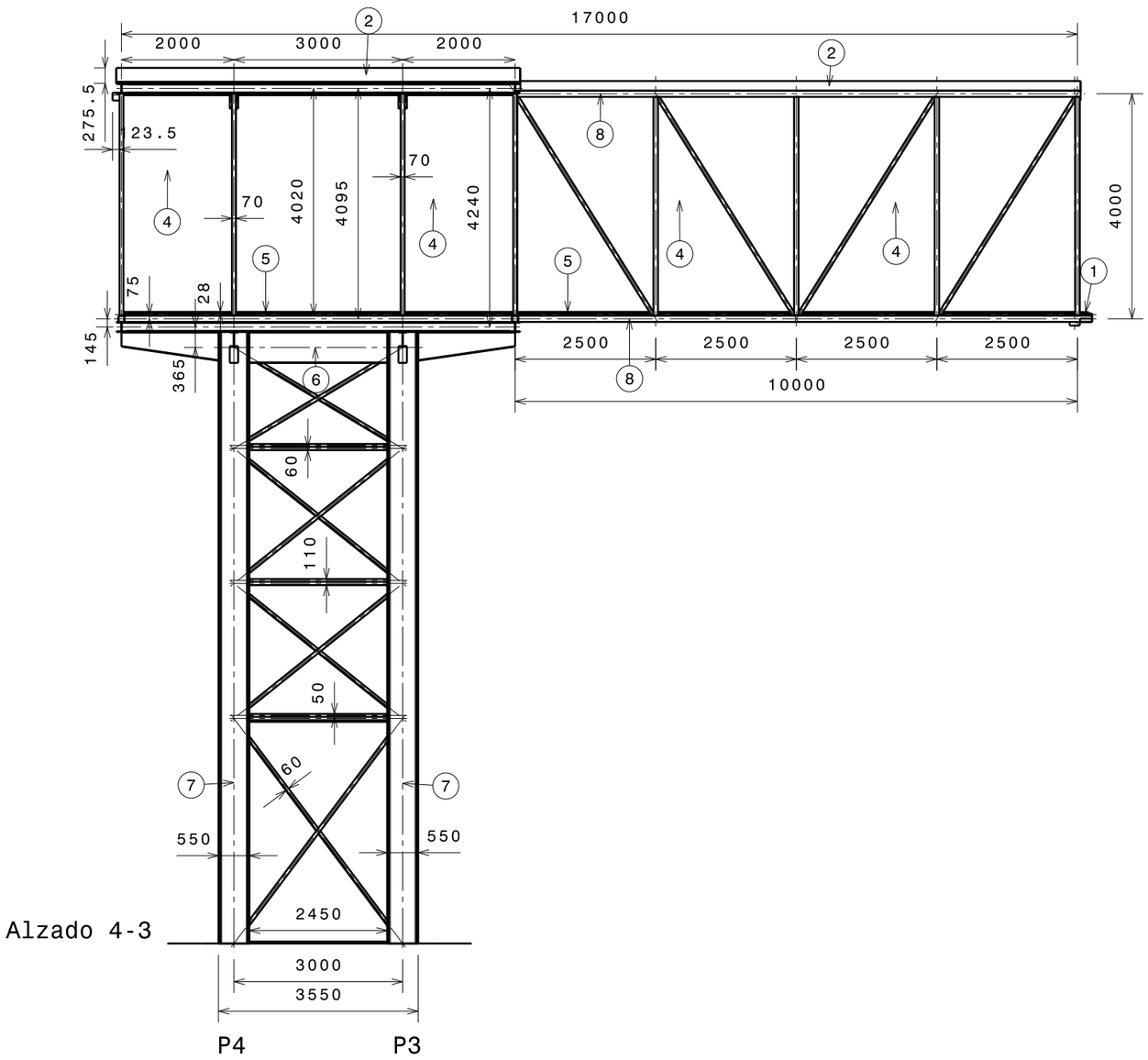


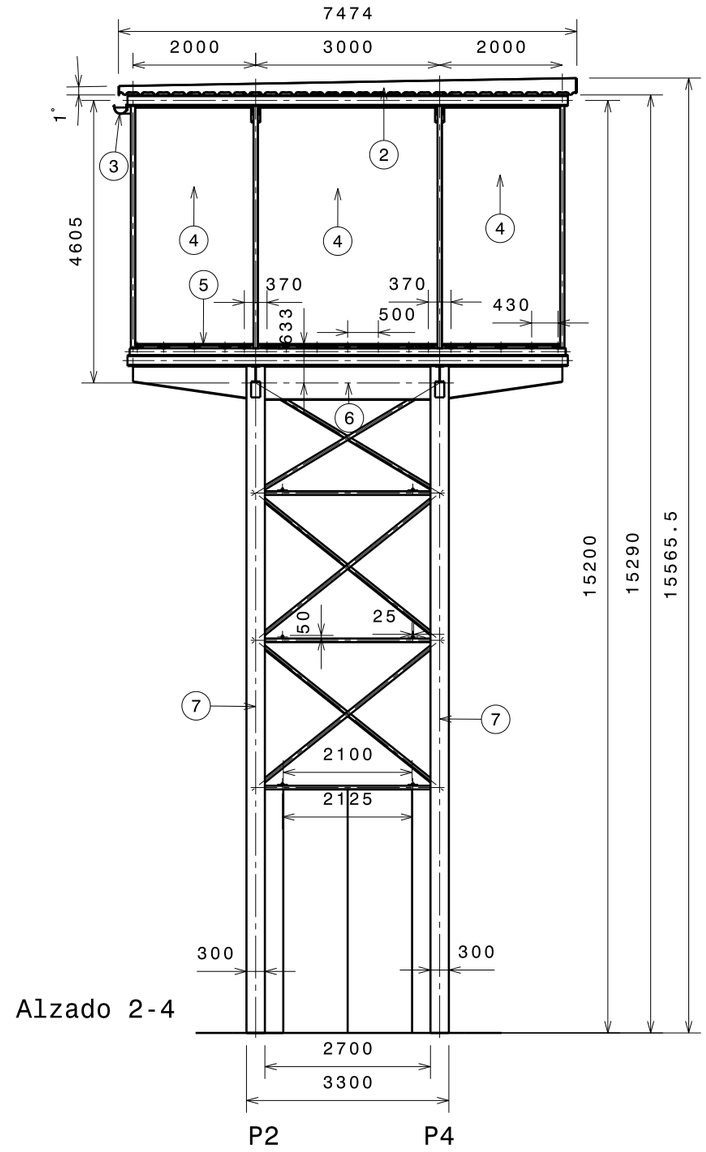




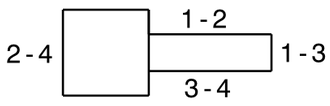
Muro 2100 m
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Acero en barras: B 500 S, Ys=1.15
Acero en estribos: B 500 S, Ys=1.15

Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA** FIRMA:
PLANO: **MURO PEQUEÑO**		FECHA: 05/09/14 · ESCALA: 1:50 · Nº PLANO: 10





Número	Elementos
1	Tarima
2	Cubierta
3	Canalón
4	Vidrio
5	Perfiles en U
6	Viga variable
7	Pilar HEB 550
8	SHS 110x5



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

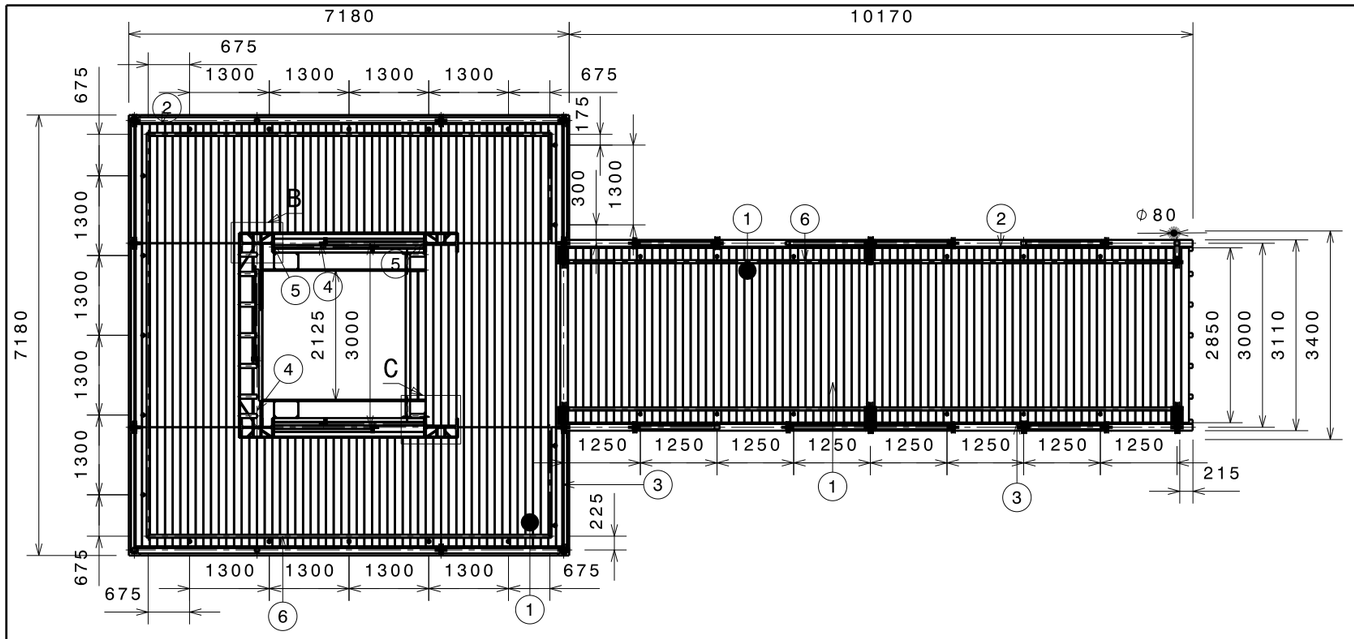
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

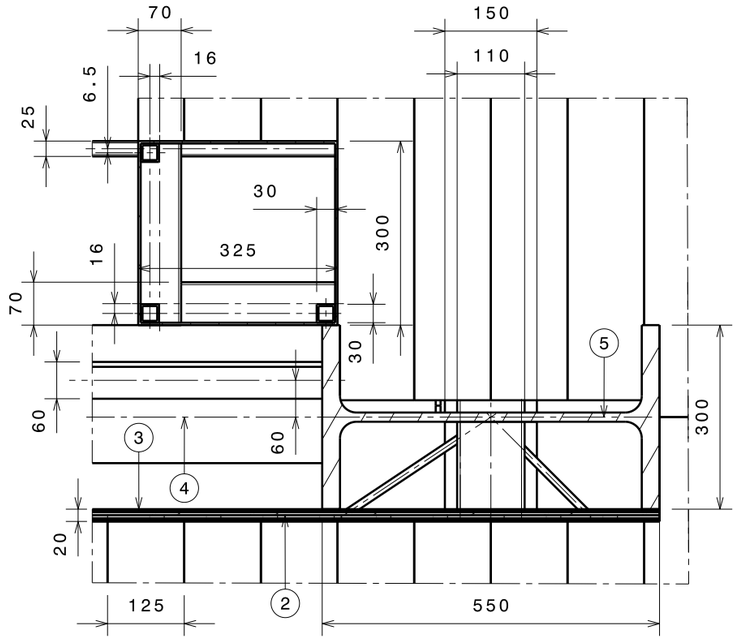
FIRMA:

PLANO:
ALZADO TORRE Y PASARELA

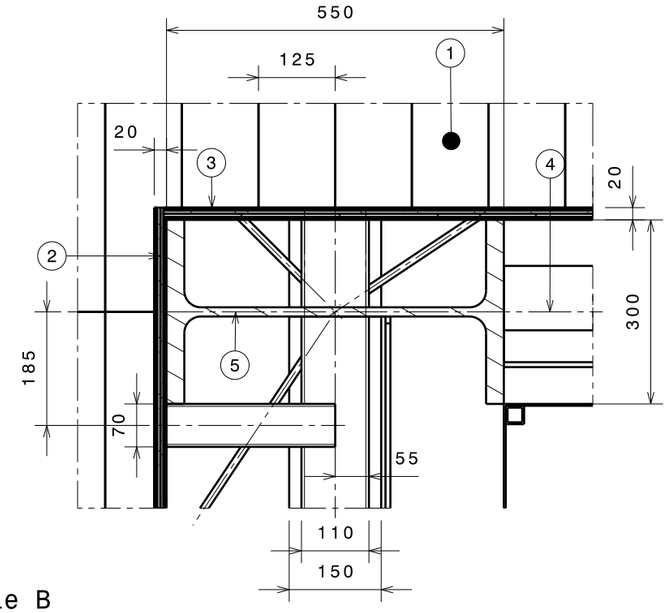
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:100	11



Sección Planta

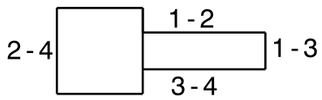


Detalle C
Escala: 1:10



Detalle B
Escala: 1:10

Número	Elementos
1	Tarima
2	Vidrio
3	Perfiles en U
4	Viga variable
5	Pilar HB-550
6	Barandilla



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

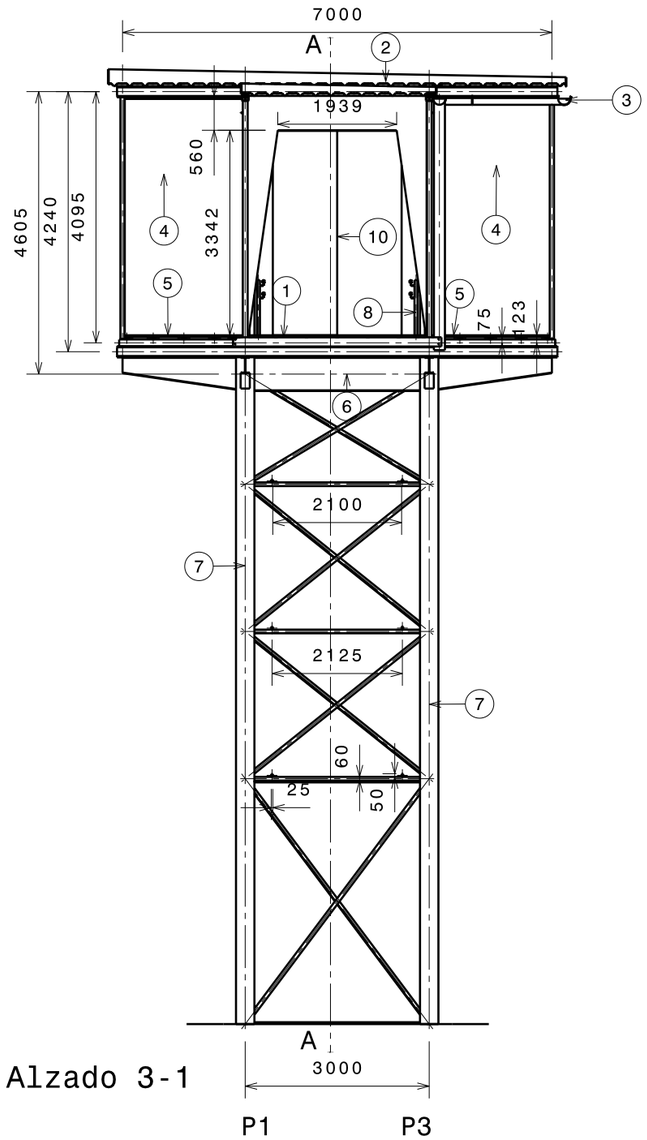
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

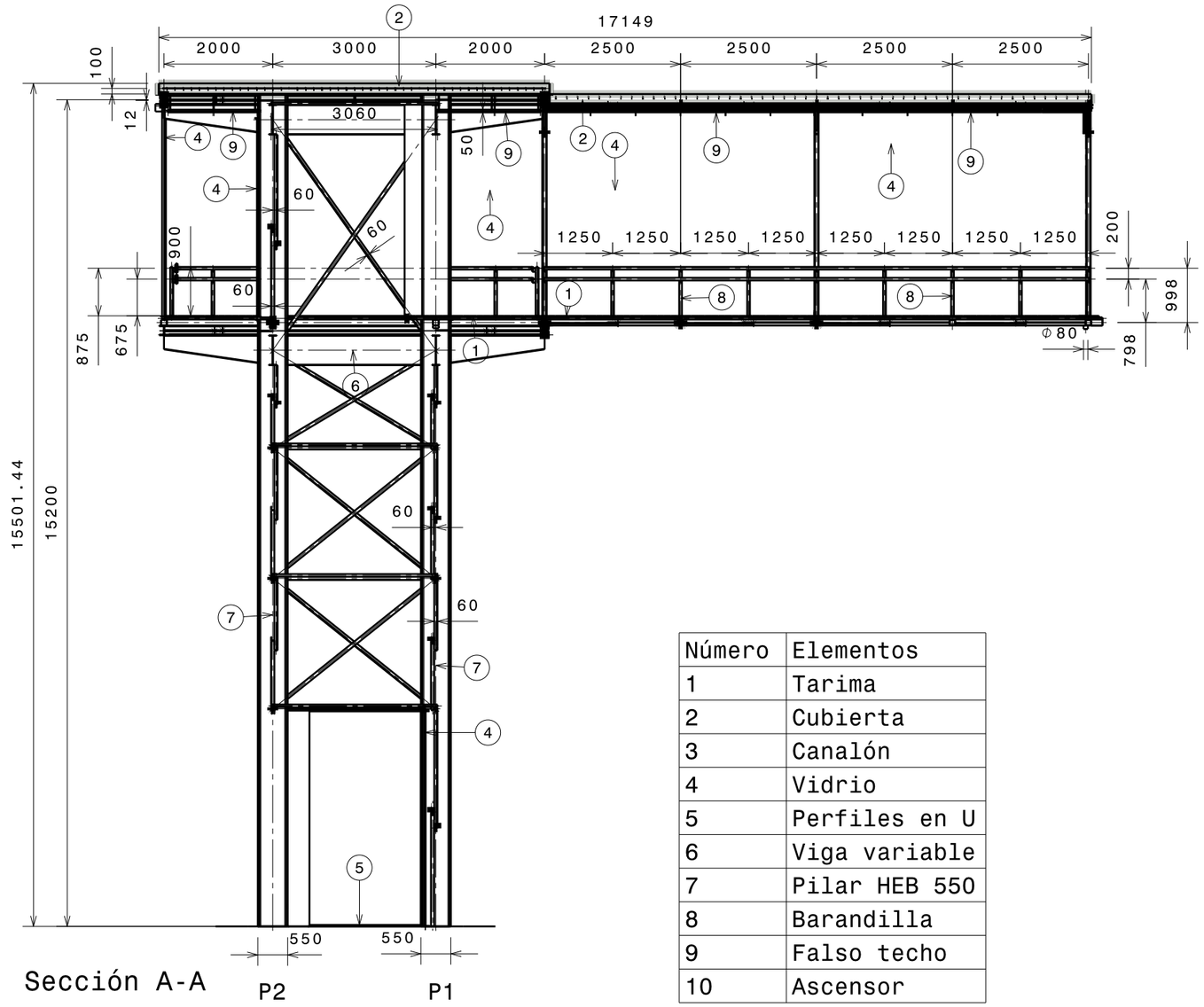
FIRMA:

PLANO:
DETALLES TORRE Y PASARELA

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:100	12

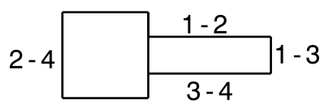


Alzado 3-1



Sección A-A

Número	Elementos
1	Tarima
2	Cubierta
3	Canalón
4	Vidrio
5	Perfiles en U
6	Viga variable
7	Pilar HEB 550
8	Barandilla
9	Falso techo
10	Ascensor



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

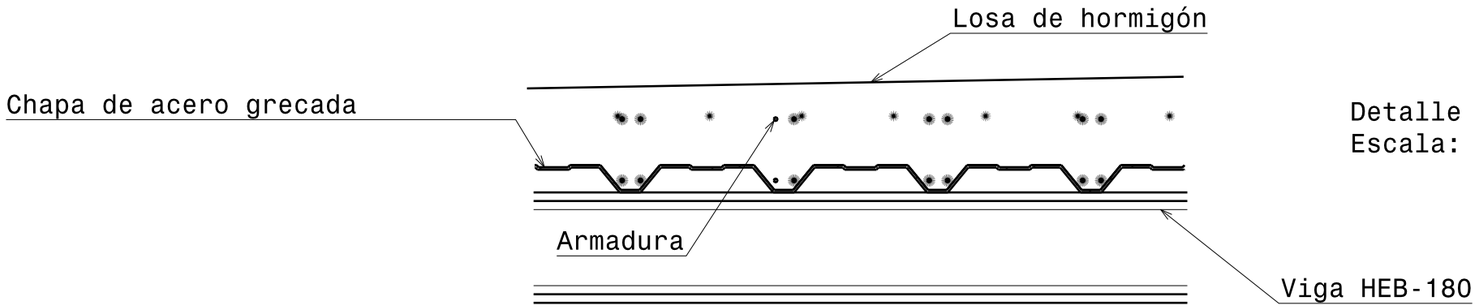
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

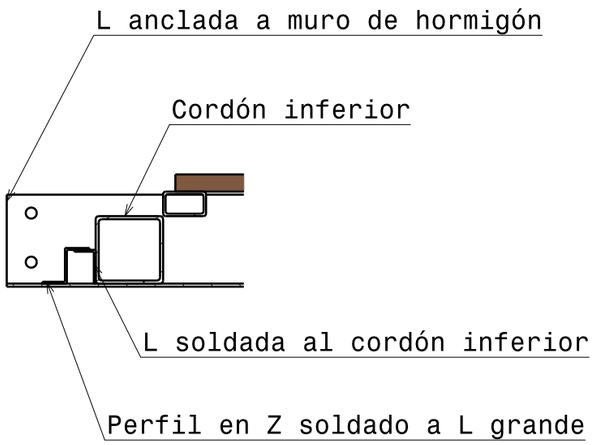
FIRMA:

PLANO:
ALZADO Y SECCION PASARELA Y TORRE

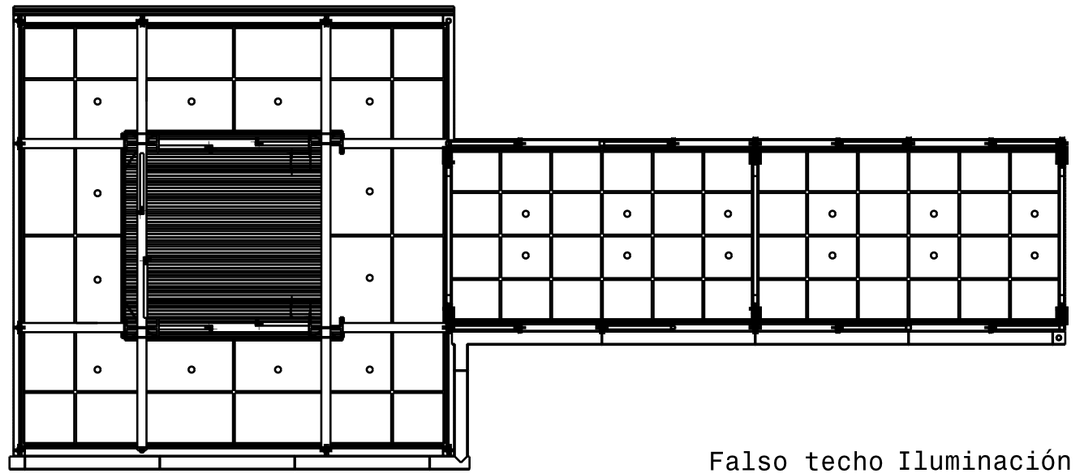
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:100	13



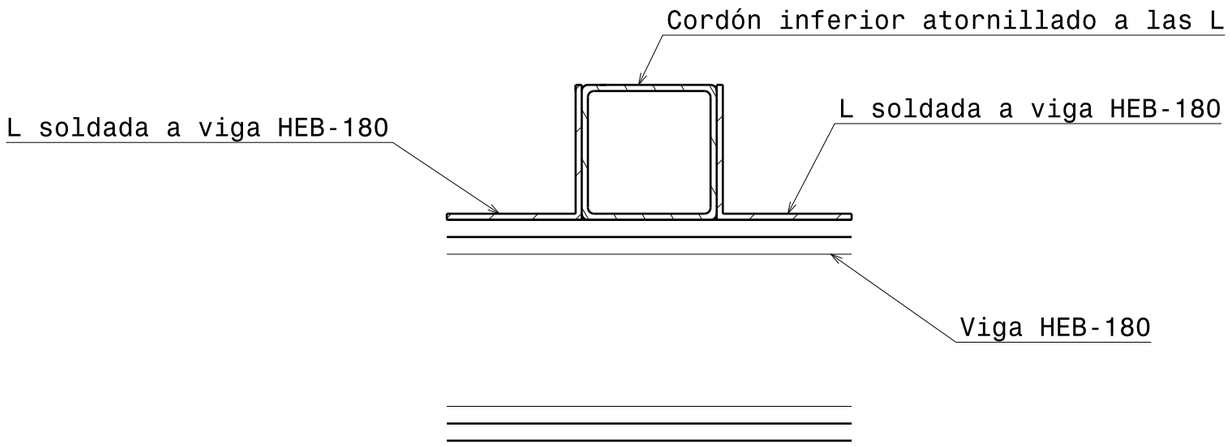
Detalle Cubierta
Escala: 1:10



Apoyo entre muro de hormigón y pasarela
Escala: 1:10

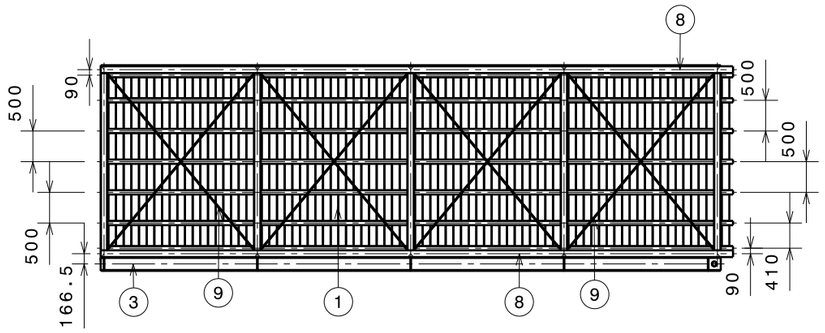


Falso techo Iluminación
Escala: 1:100

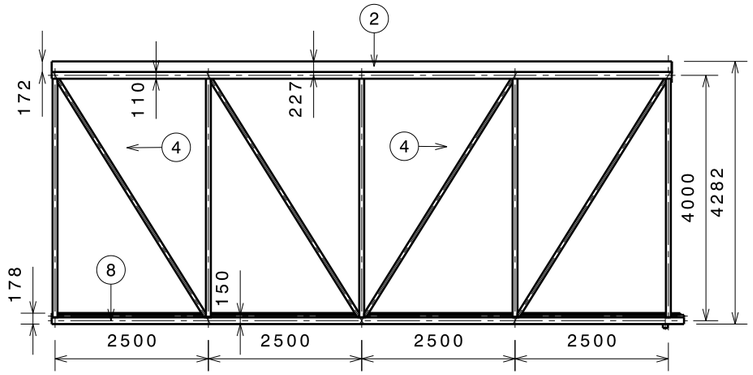


Apoyo entre pasarela y torre
Escala: 1:5

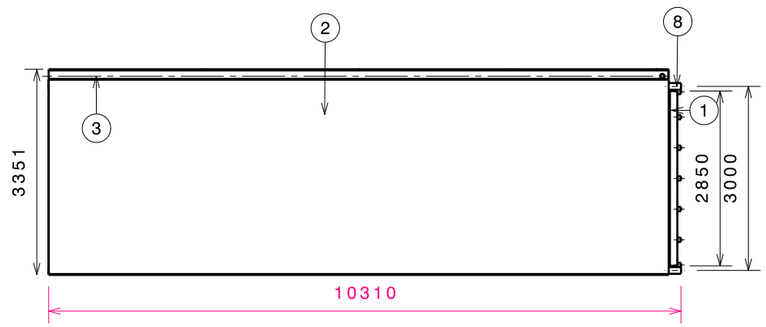
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA** FIRMA:
PLANO: **DETALLES**	FECHA: 05/09/14	ESCALA: 1:100 / Nº PLANO: 14



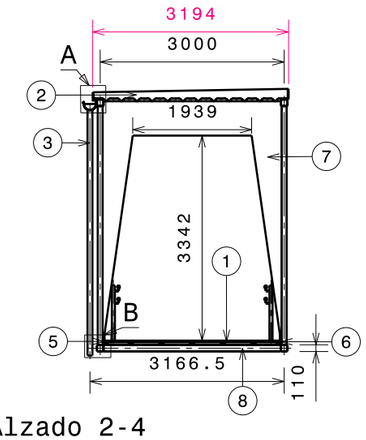
Planta solado



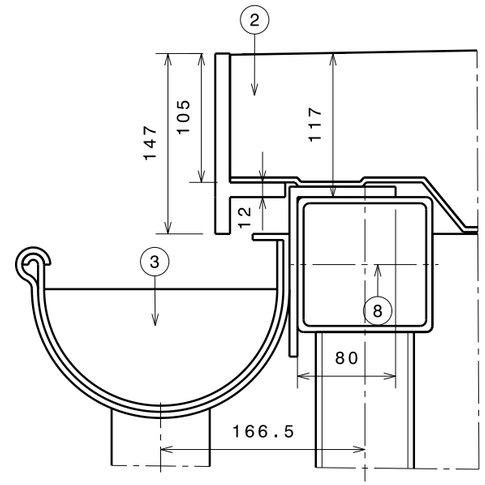
Alzado 3-4



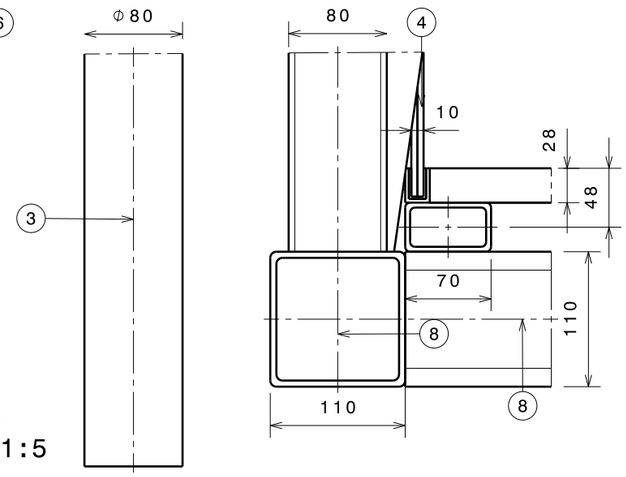
Planta cubierta



Alzado 2-4

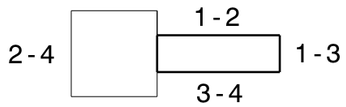


Detalle A
Escala: 1:5

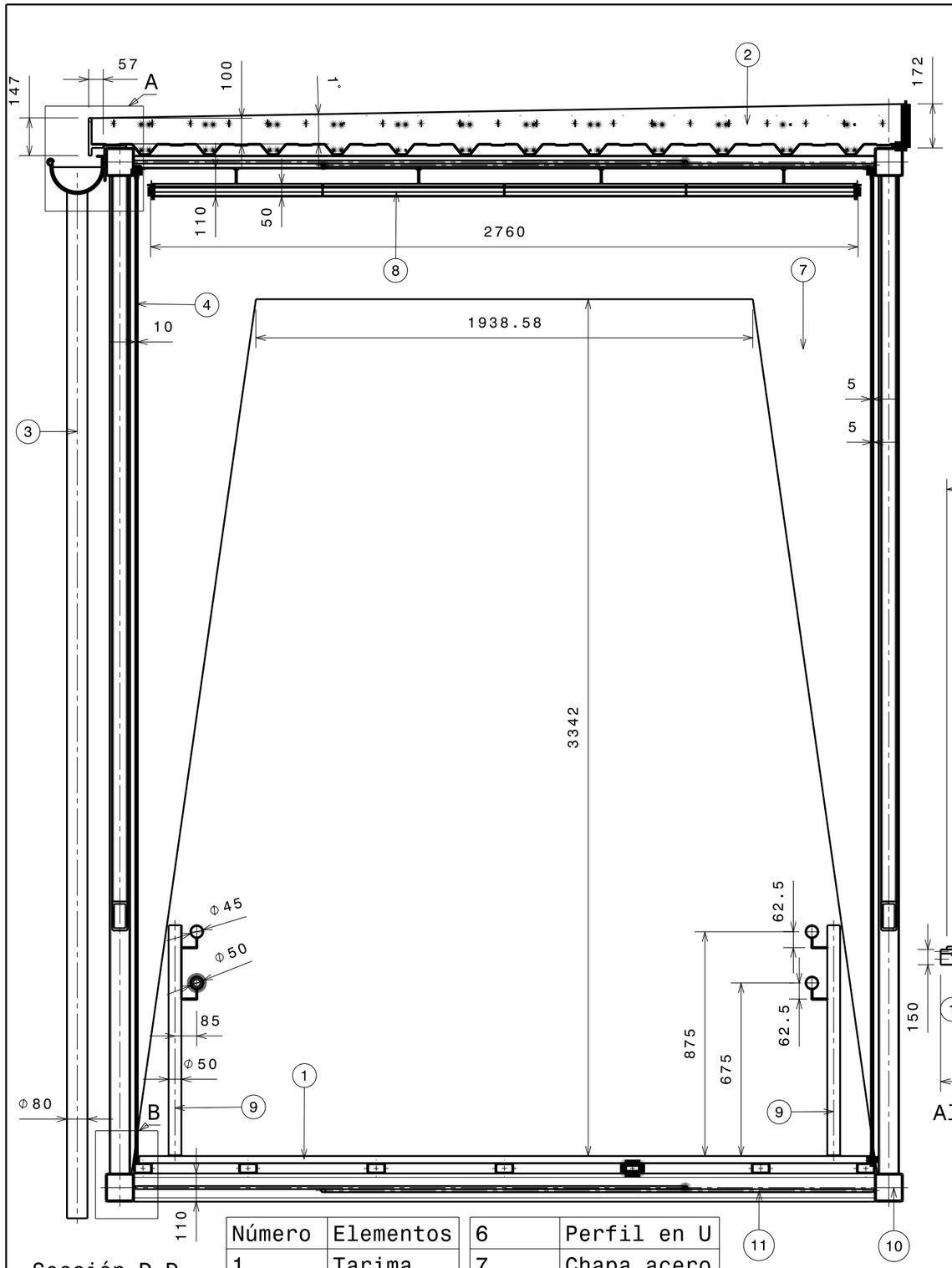


Detalle B
Escala: 1:5

Número	Elementos
1	Tarima
2	Cubierta
3	Canalón
4	Vidrio
5	Neopreno
6	Perfil en U
7	Chapa acero
8	SHS 110x5
9	Redondo D12

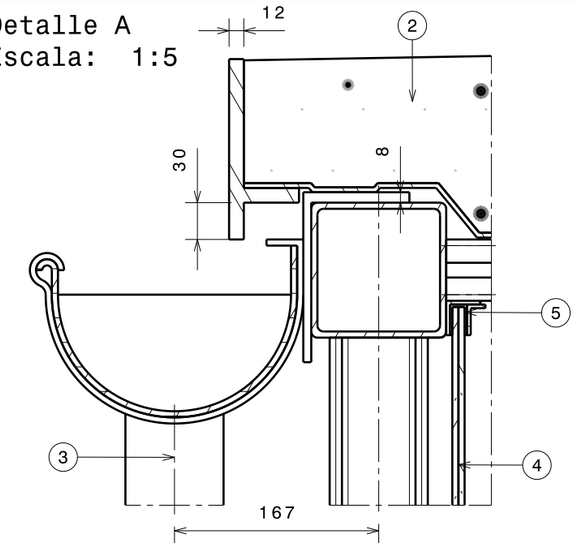


Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA** FIRMA:
PLANO: **PASARELA PEATONAL CONSTRUCTIVA**	FECHA: 05/09/14	ESCALA: 1:100 / Nº PLANO: 15

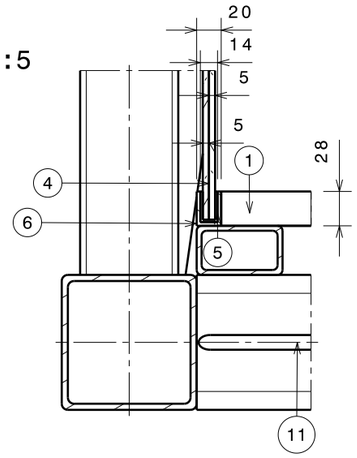


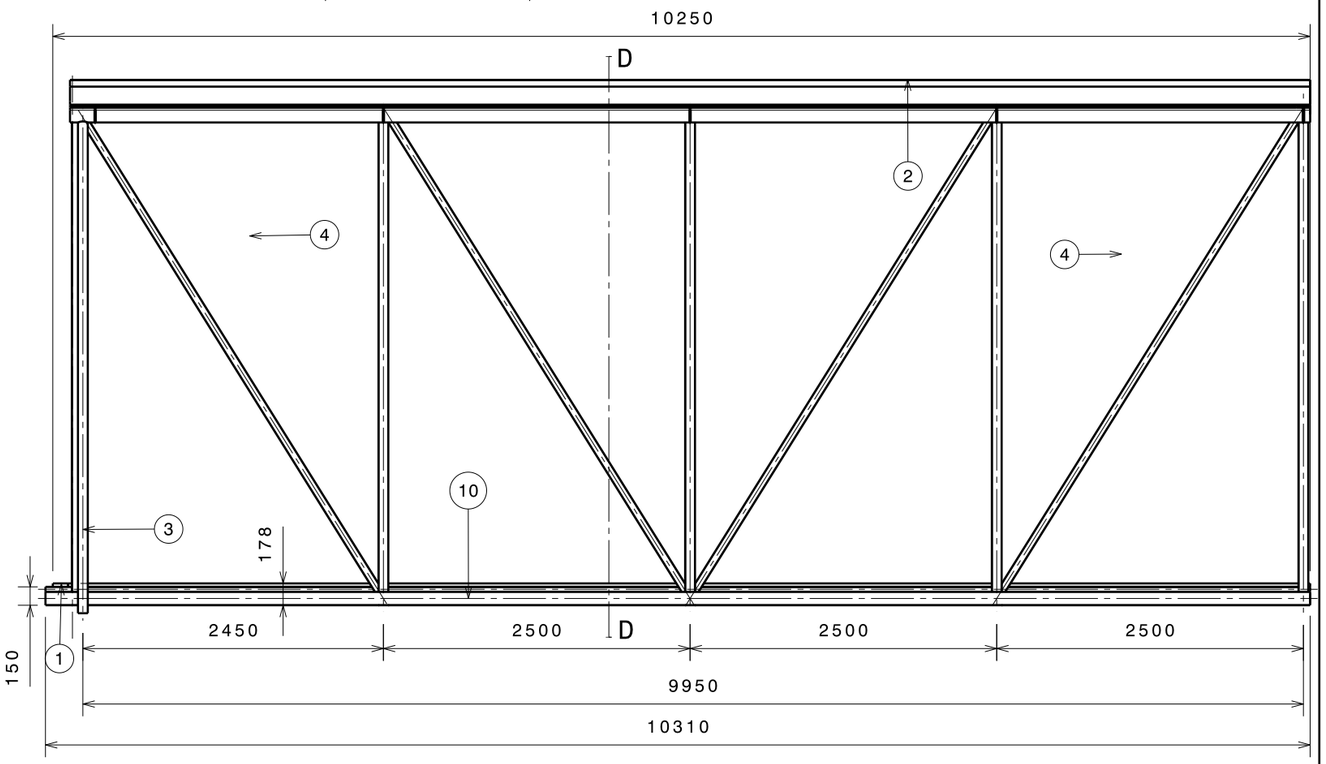
Sección D-D
Escala 1:20

Detalle A
Escala: 1:5



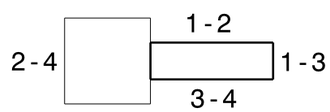
Detalle B
Escala: 1:5





Alzado 1-2

Número	Elementos		
1	Tarima	6	Perfil en U
2	Cubierta	7	Chapa acero
3	Canalón	8	Falso techo
4	Vidrio	9	Barandilla
5	Neopreno	10	SHS 110 x 5
		11	Redondo D12



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

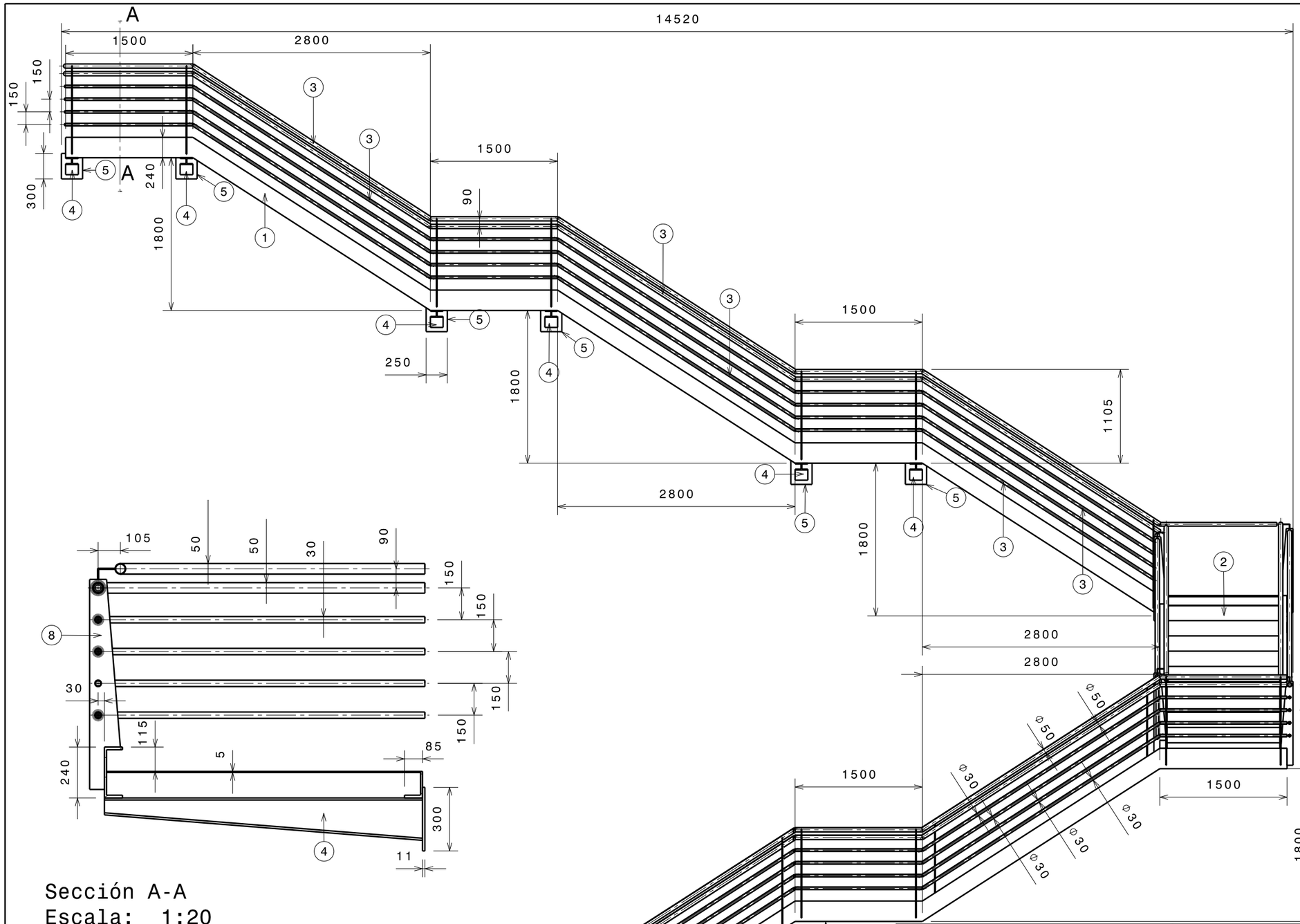
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

FIRMA:

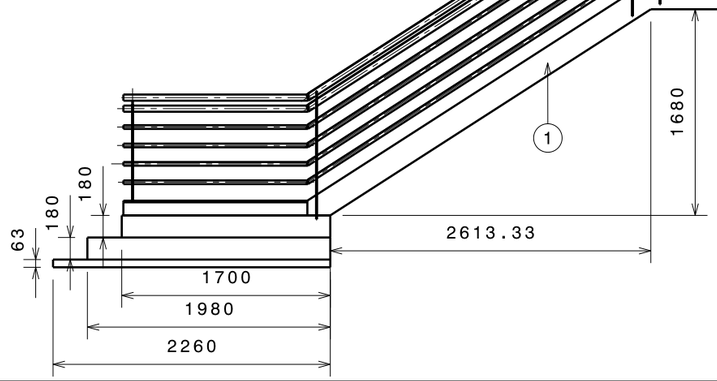
PLANO:
SECCIÓN PASARELA PEATONAL CONSTRUCTIVA

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:50	16



Números	Elemento
1	UPN-240
2	Chapa repujada
3	Barandilla
4	Viga canto variable
5	Placa de anclaje
6	Peldaños de hormigón
7	Chapa e = 8 mm

Sección A-A
Escala: 1:20



Alzado 1-3

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

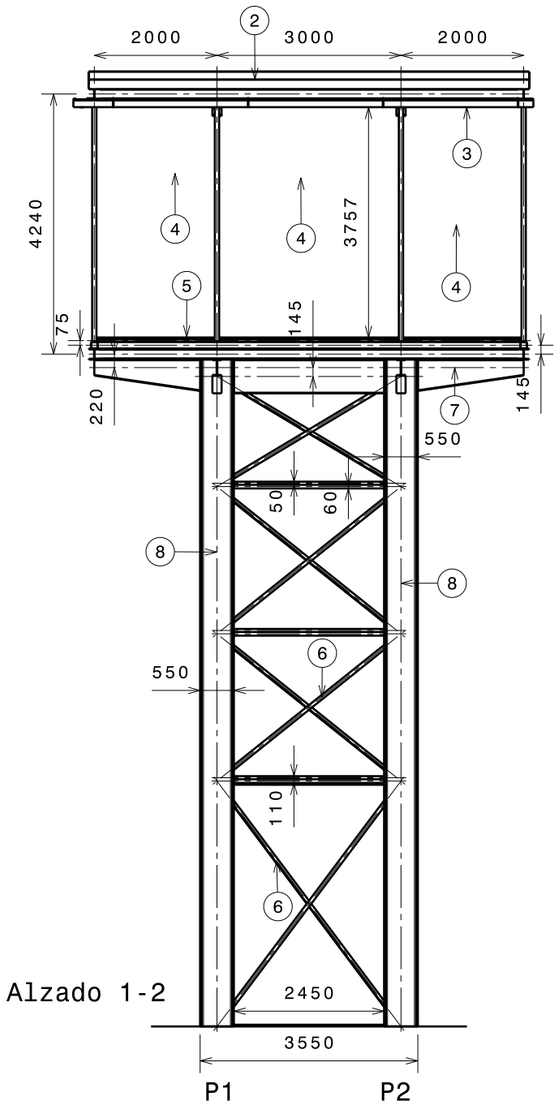
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

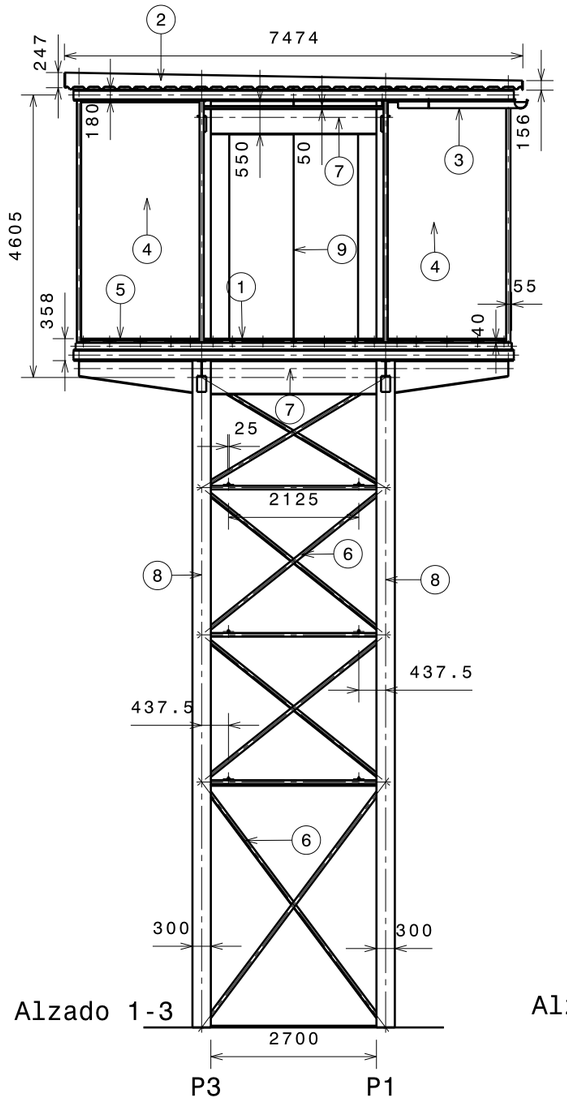
FIRMA:

PLANO:
ALZADO ESCALERA

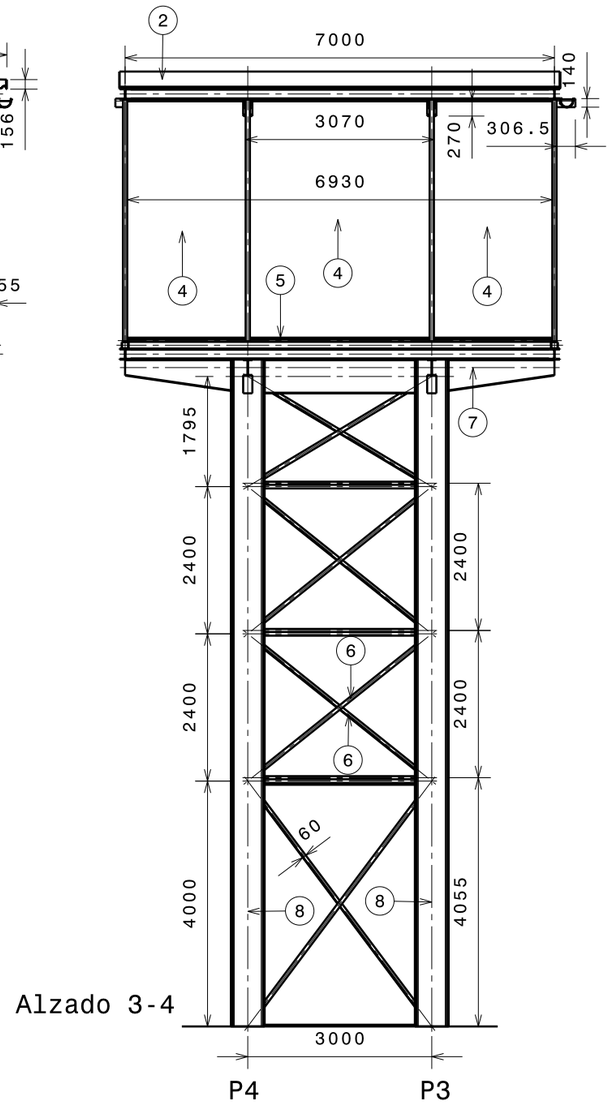
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:50	17



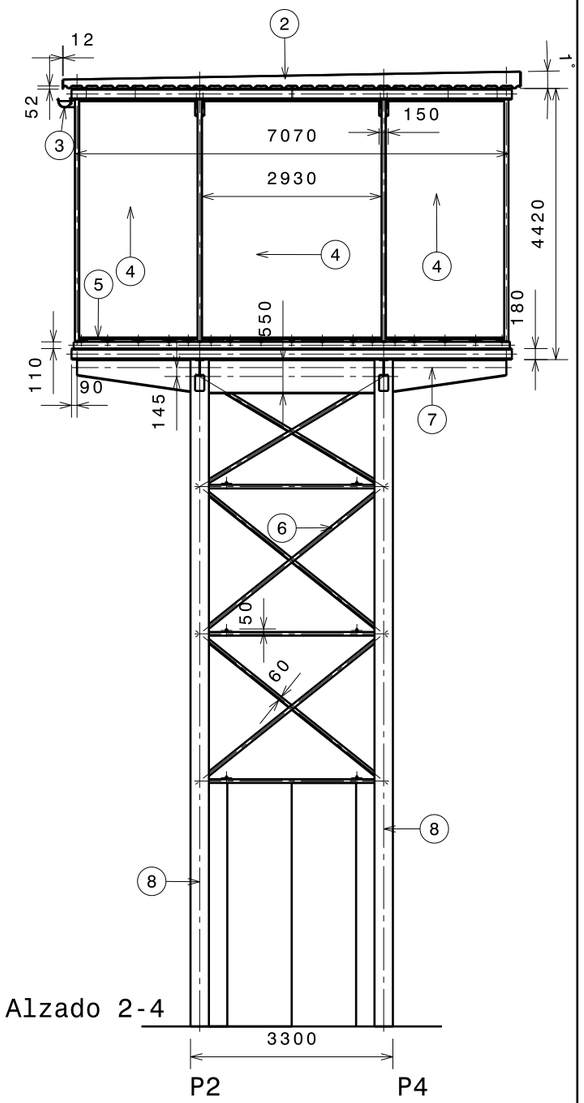
Alzado 1-2



Alzado 1-3

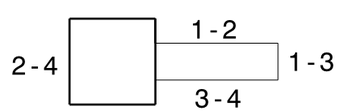


Alzado 3-4



Alzado 2-4

Número	Elementos
1	Tarima
2	Cubierta
3	Canalón
4	Vidrio
5	Perfil en U
6	Arriostramiento
7	Viga variable
8	Pilar HEB 550
9	Ascensor



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

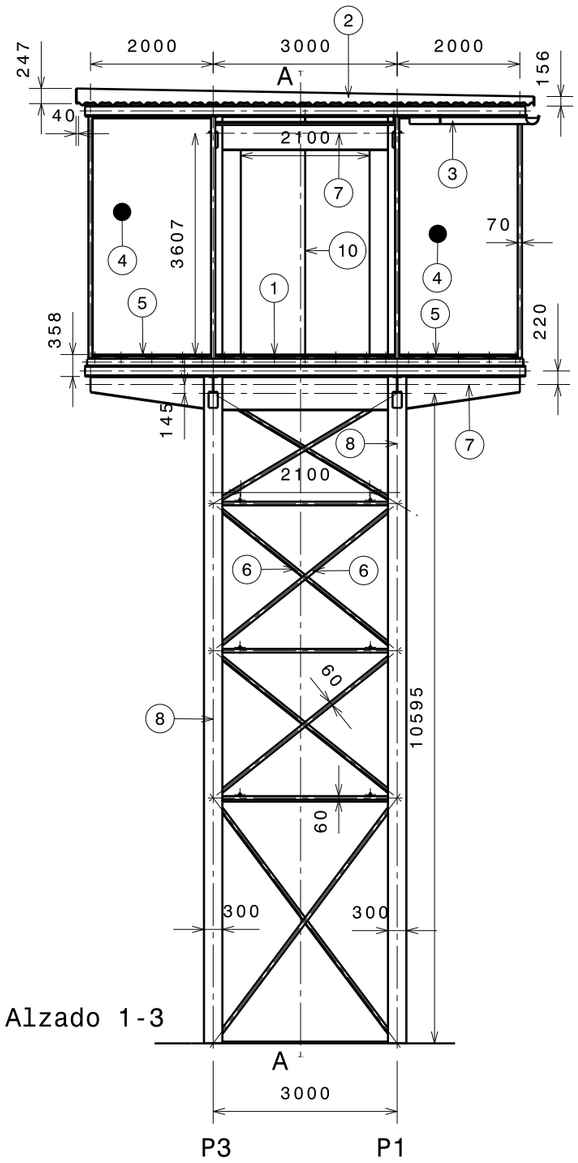
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

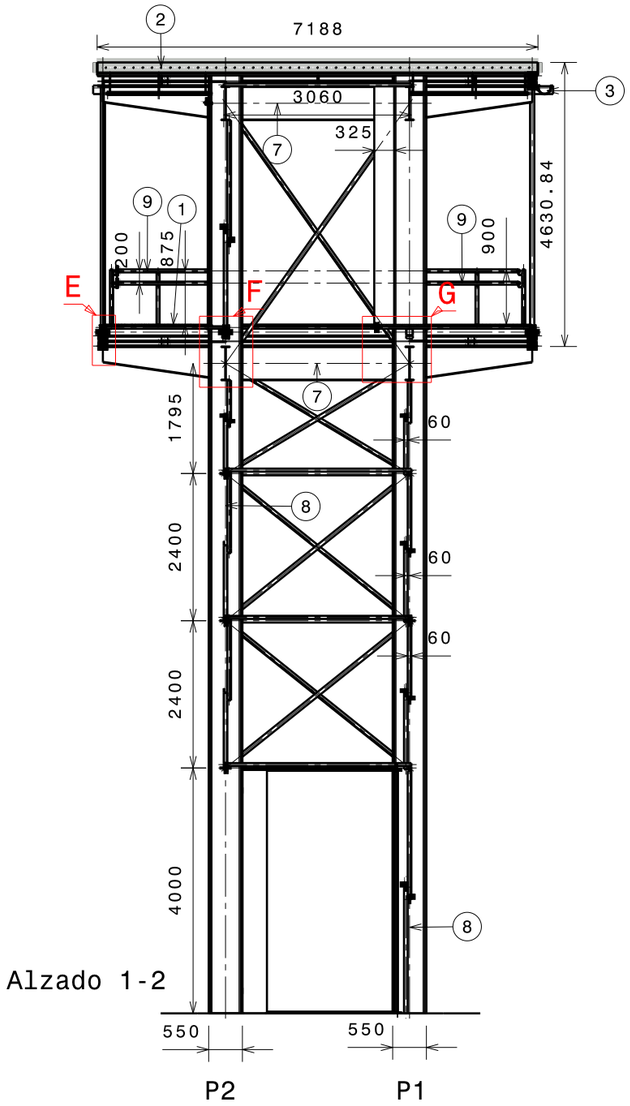
FIRMA:

PLANO:
ALZADOS CONSTRUCTIVOS TORRE

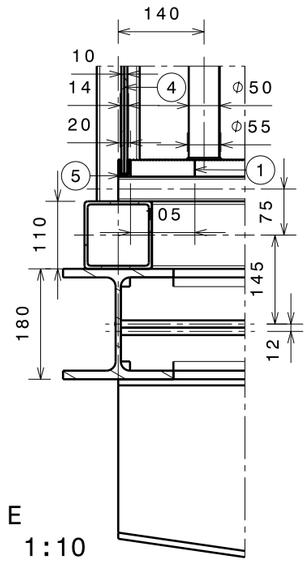
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:100	18



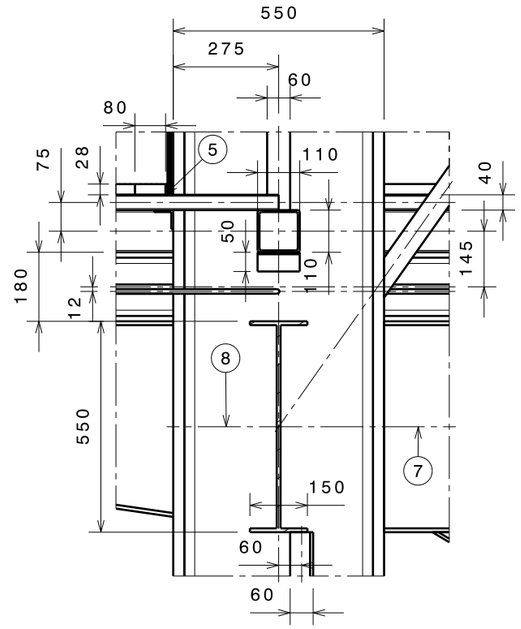
Alzado 1-3



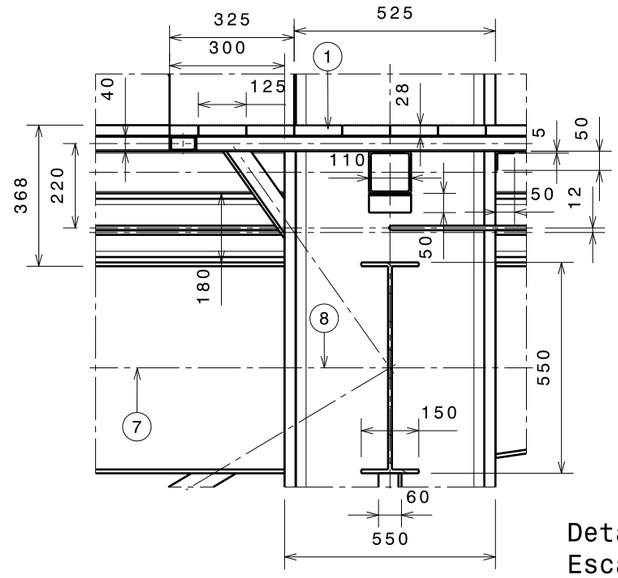
Alzado 1-2



Detalle E
Escala: 1:10

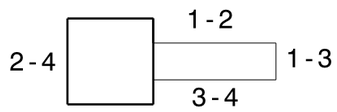


Detalle F
Escala: 1:16



Detalle G
Escala: 1:16

Número	Elementos
1	Tarima
2	Cubierta
3	Canalón
4	Vidrio
5	Perfil en U
6	Arriostramiento
7	Viga variable
8	Pilar HEB 550
9	Barandilla
10	Ascensor



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

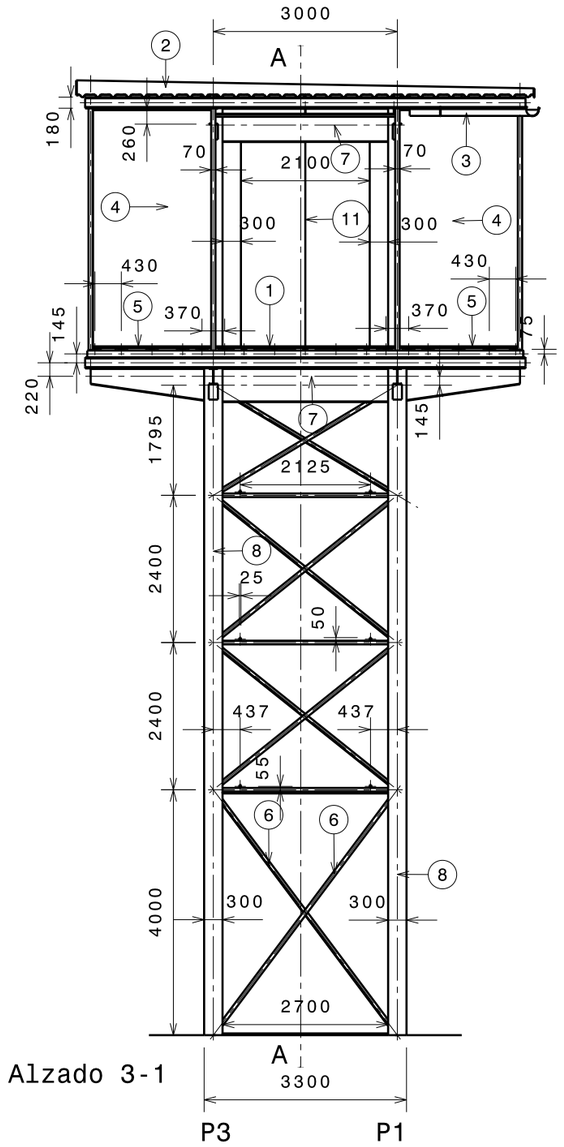
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

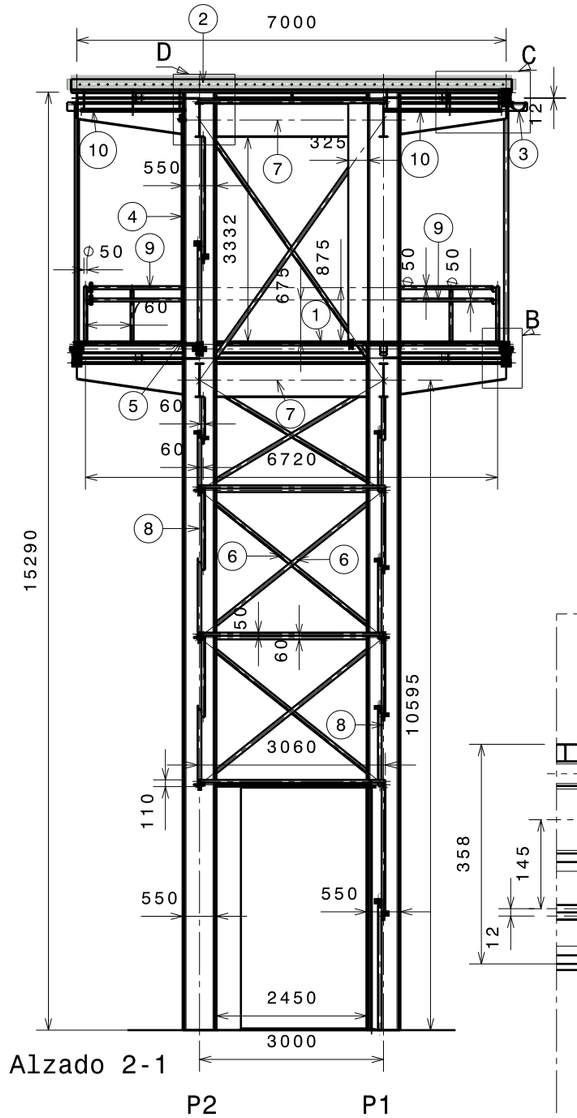
FIRMA:

PLANO:
SECCION Y DETALLES TORRE CONSTRUCTIVA

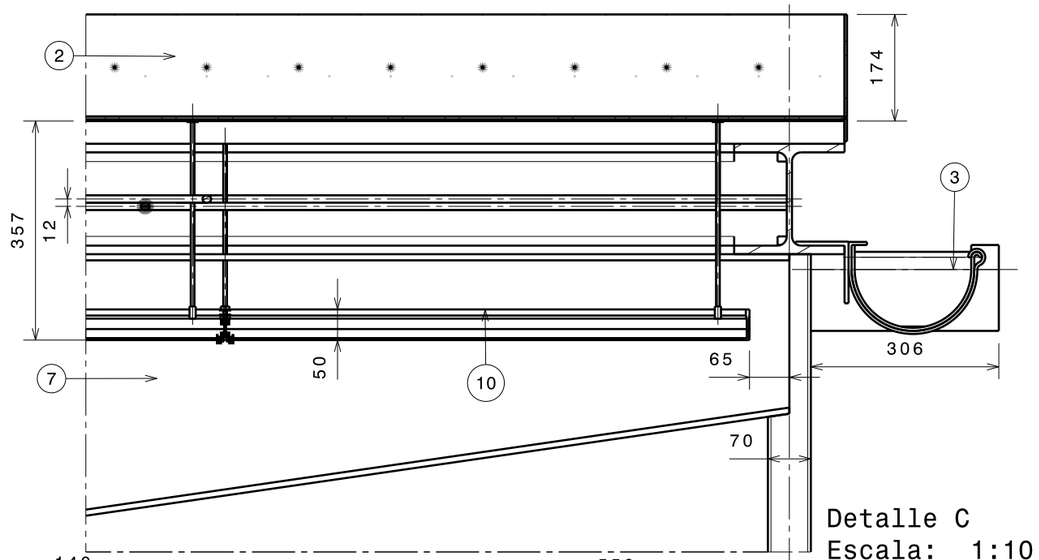
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:100	19



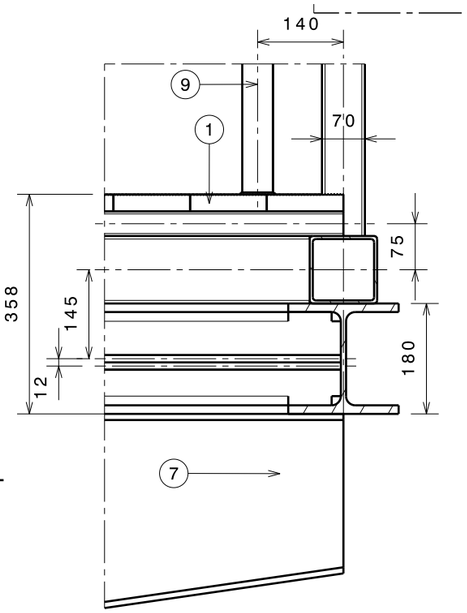
Alzado 3-1



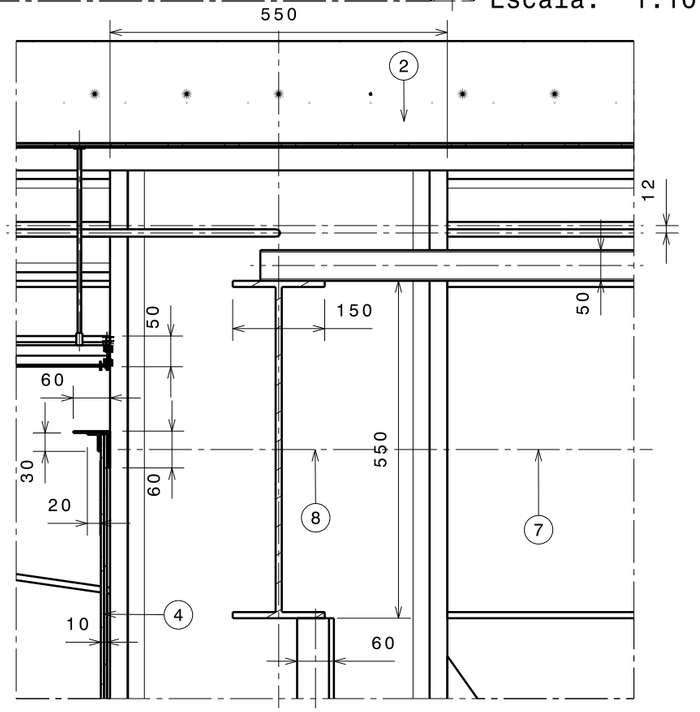
Alzado 2-1



Detalle C
Escala: 1:10

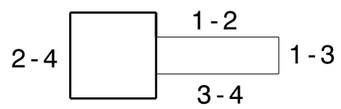


Detalle B
Escala: 1:10



Detalle D
Escala: 1:10

Número	Elementos
1	Tarima
2	Cubierta
3	Canalón
4	Vidrio
5	Perfil en U
6	Arriostramiento
7	Viga variable
8	Pilar HEB 550
9	Barandilla
10	Falso techo
11	Ascensor



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

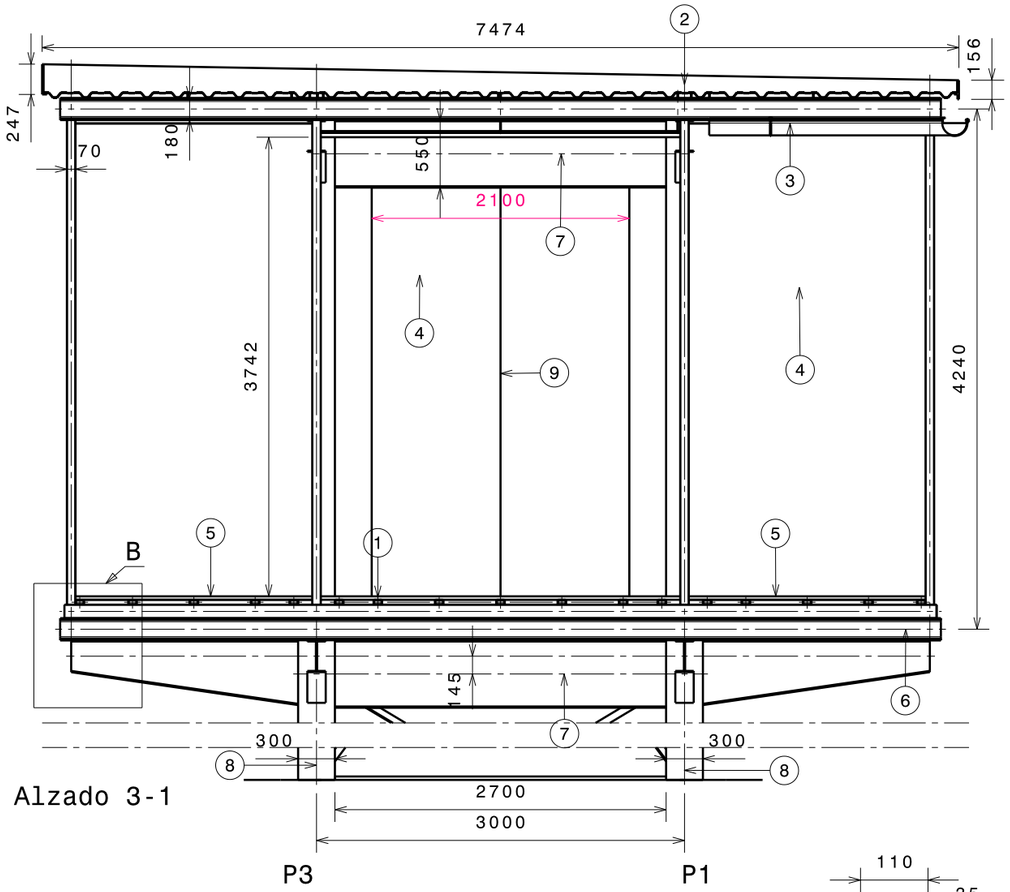
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

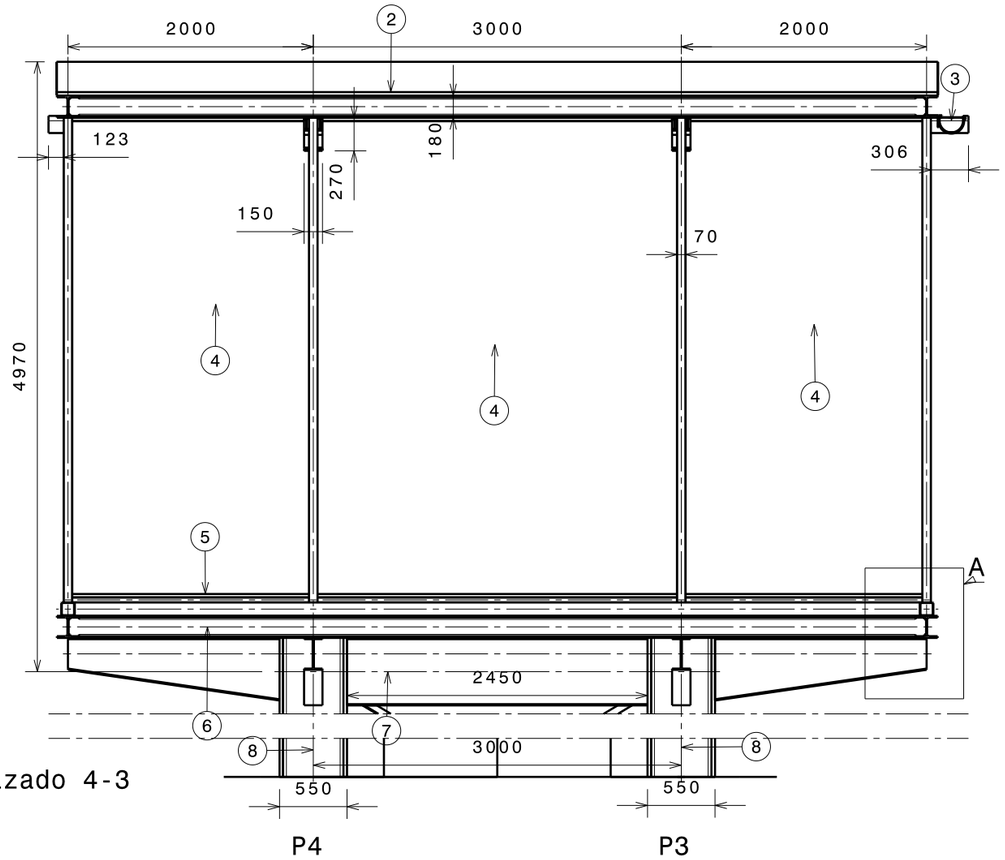
FIRMA:

PLANO:
SECCION Y DETALLES TORRE CONSTRUCTIVA 2

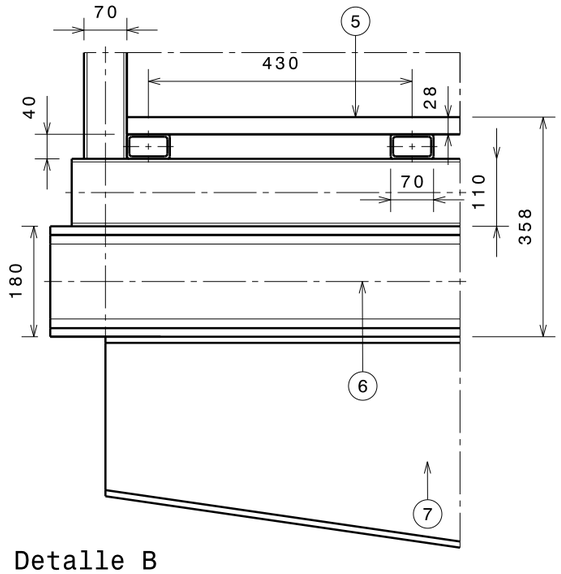
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:100	20



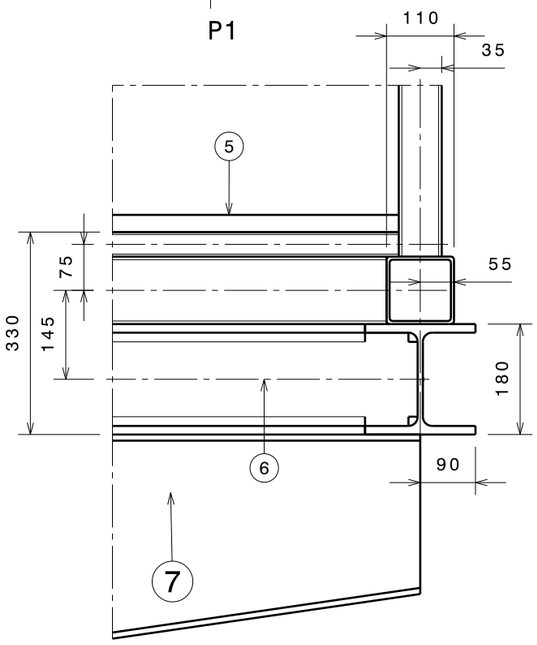
Alzado 3-1



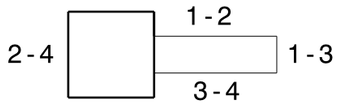
Alzado 4-3



Detalle B
Escala: 1:10



Detalle A
Escala: 1:10



Número	Elementos
1	Tarima
2	Cubierta
3	Canalón
4	Vidrio
5	Perfil en U
6	Viga HEB 180
7	Viga variable
8	Pilar HEB 550
9	Ascensor

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

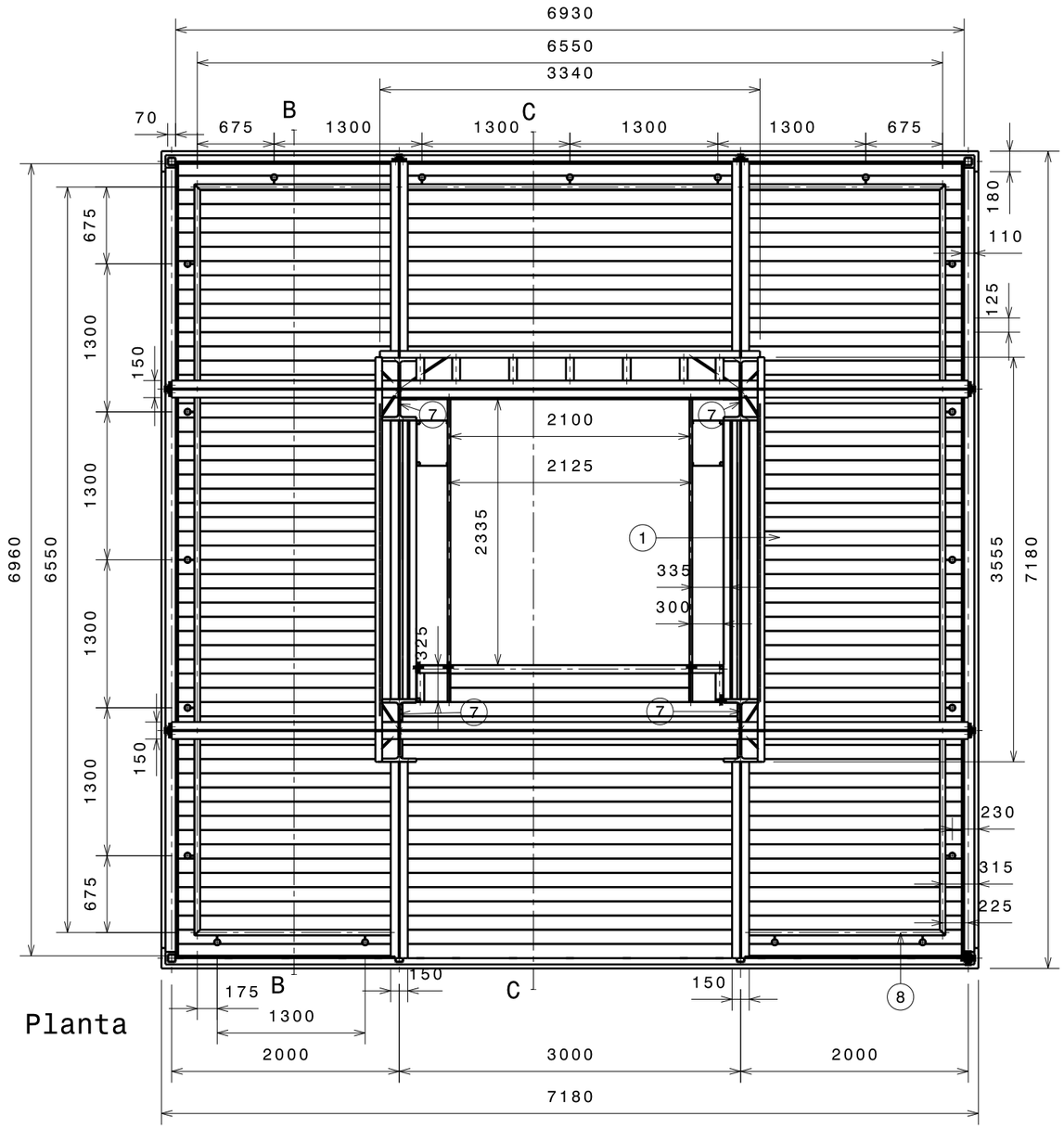
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

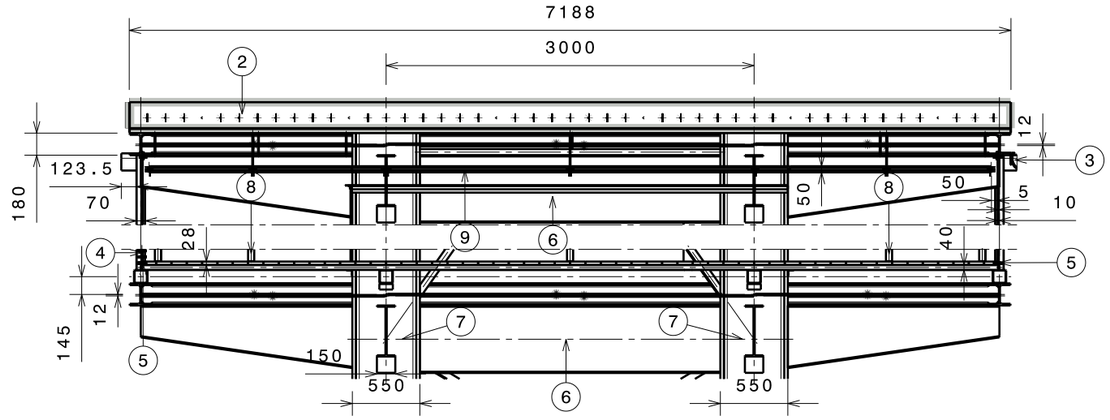
FIRMA:

PLANO:
DETALLES CONSTRUCTIVOS TORRE

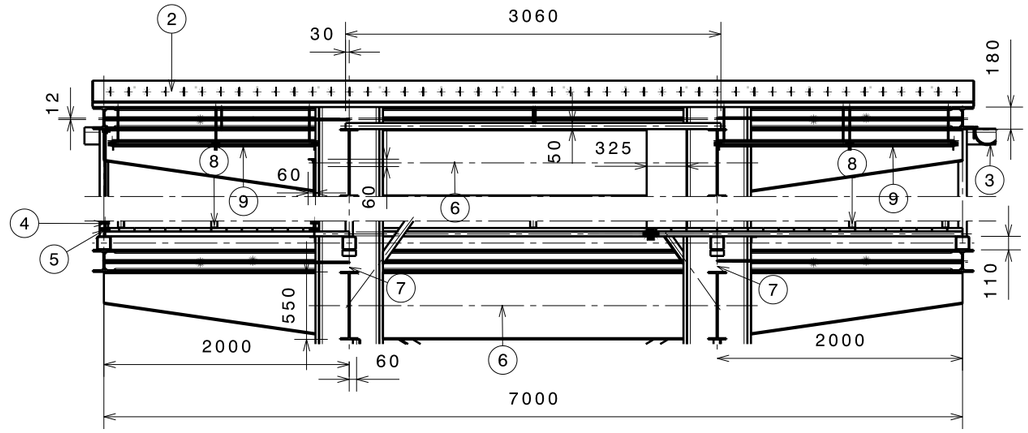
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:50	21



Planta

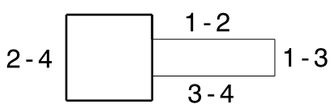


Sección B-B
Escala 1:50

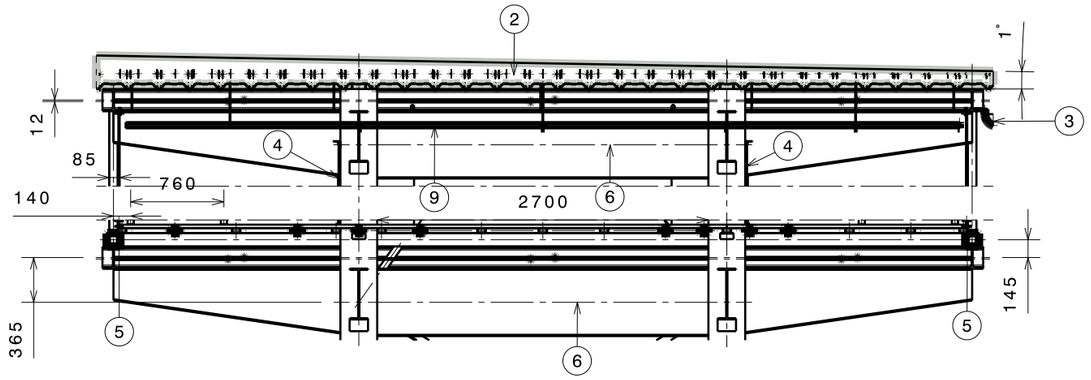


Sección C-C
Escala 1:50

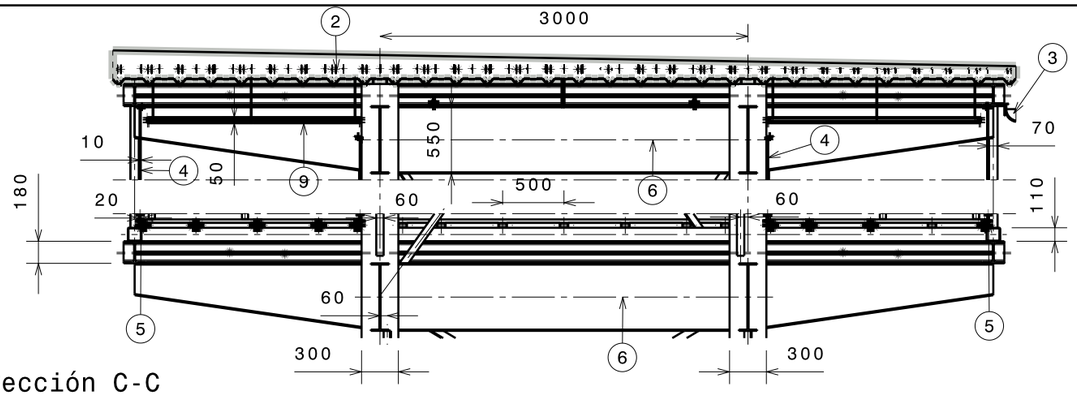
Número	Elementos
1	Tarima
2	Cubierta
3	Canalón
4	Vidrio
5	Perfiles en U
6	Viga variable
7	Pilar HEB 550
8	Barandilla
9	Falso techo



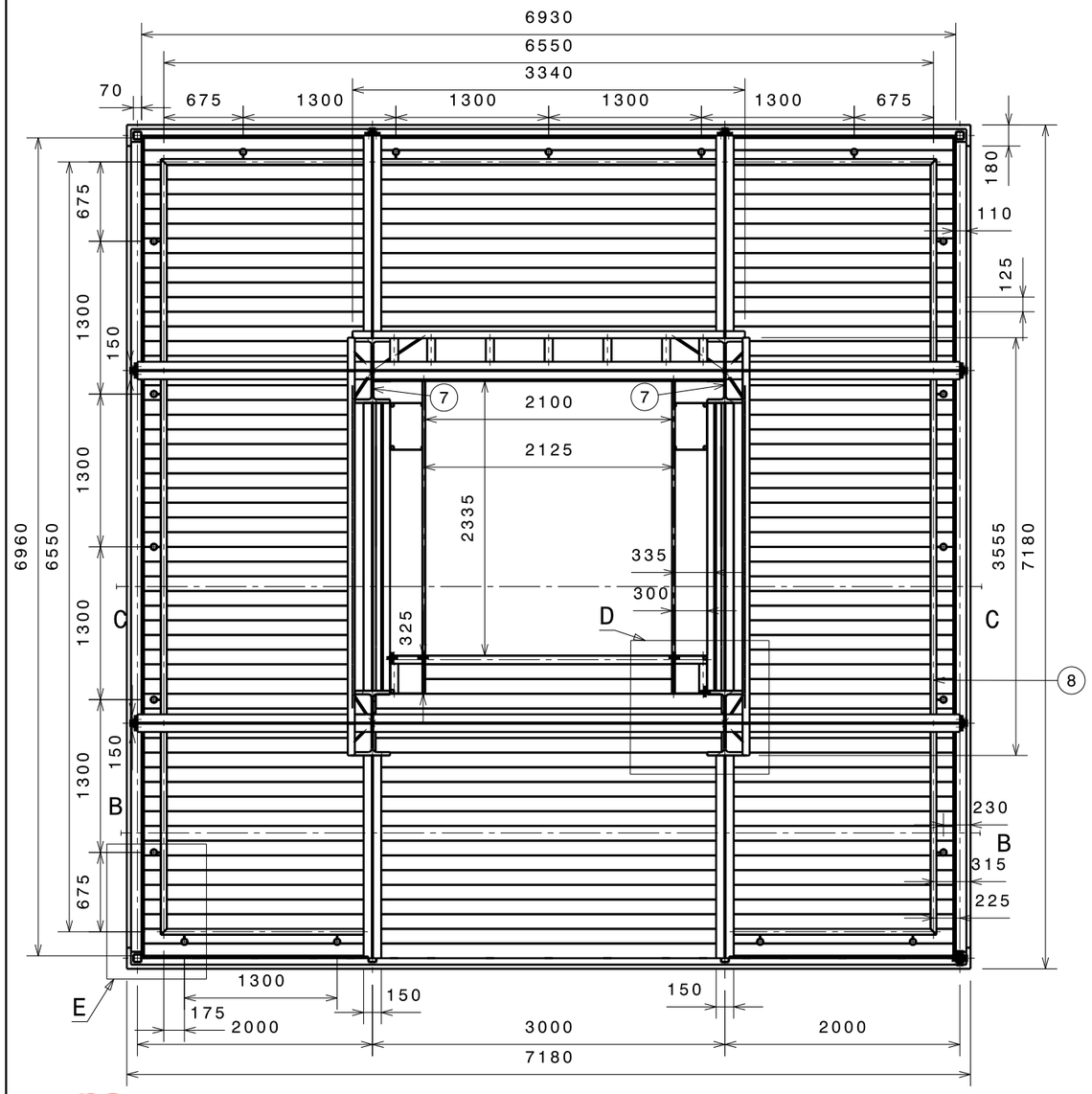
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**	
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA**	
		FIRMA:	
PLANO: **PLANTA Y SECCIONES TORRE CONSTRUCTIVA**	FECHA: 05/09/14	ESCALA: 1:50	Nº PLANO: 22



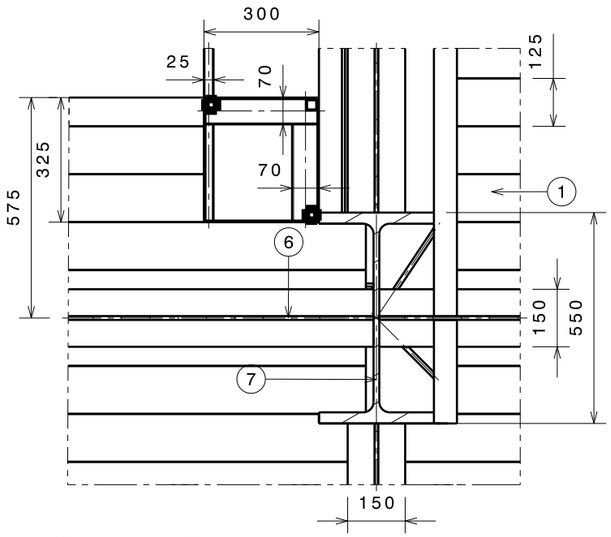
Sección B-B



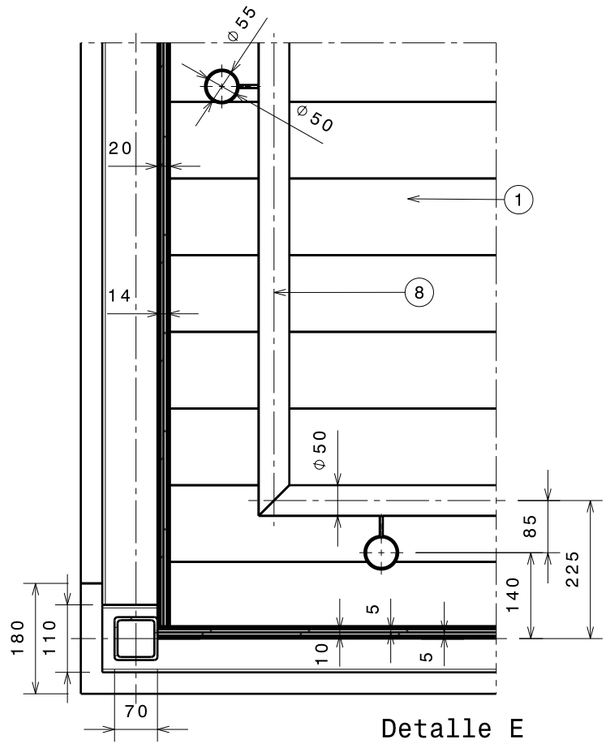
Sección C-C



Planta solado

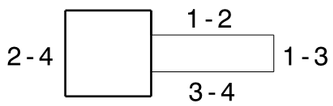


Detalle D
Escala: 1:16



Detalle E
Escala: 1:10

Número	Elementos
1	Tarima
2	Cubierta
3	Canalón
4	Vidrio
5	Perfiles en U
6	Viga variable
7	Pilar HB-550
8	Barandilla
9	Falso techo



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

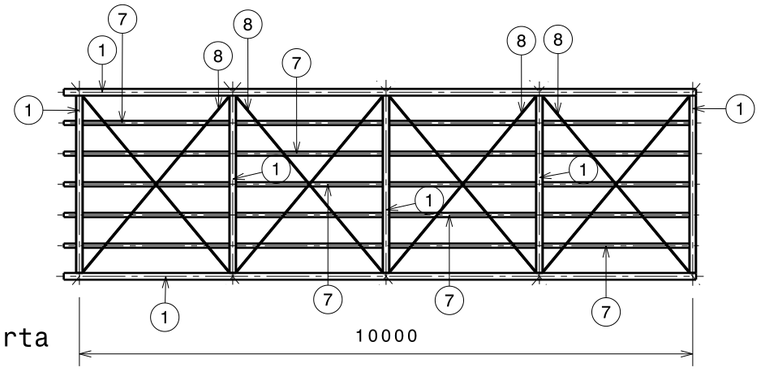
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

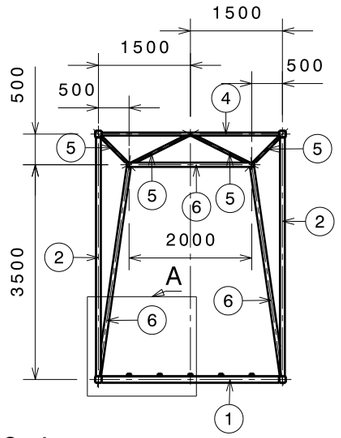
FIRMA:

PLANO:
PLANTA Y SECCIONES TORRE CONSTRUCTIVA 2

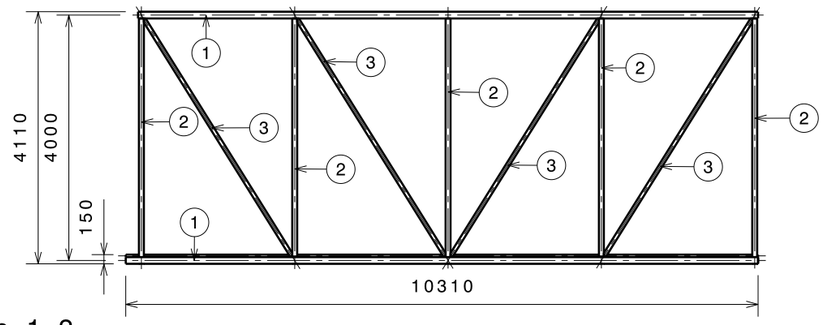
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:50	23



Planta cubierta

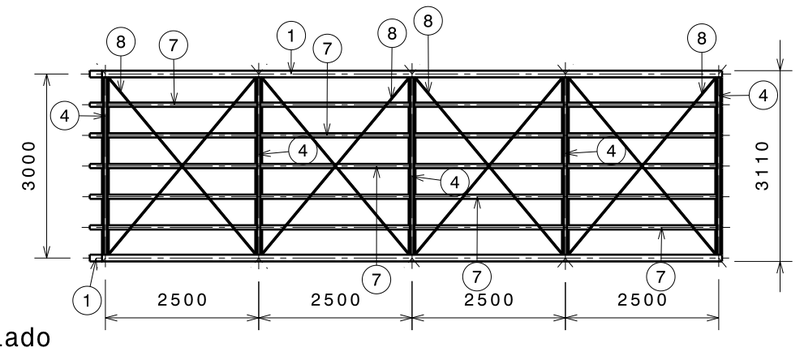


Alzado 2-4

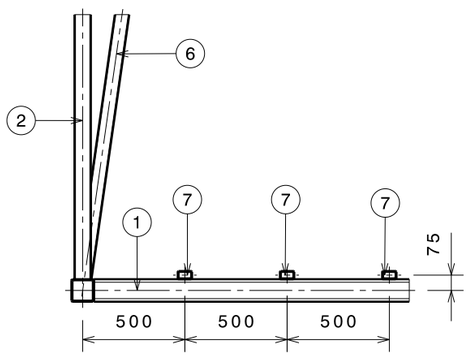


Alzado 1-2

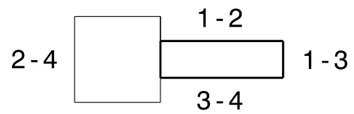
Número	Perfil (mm)
1	SHS 110x5
2	SHS 80x5
3	SHS 60x5
4	SHS 50x5
5	SHS 40x5
6	SHS 70x5
7	RHS 70x40x4
8	Redondos D12



Planta solado



Detalle A
Escala: 1:30



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

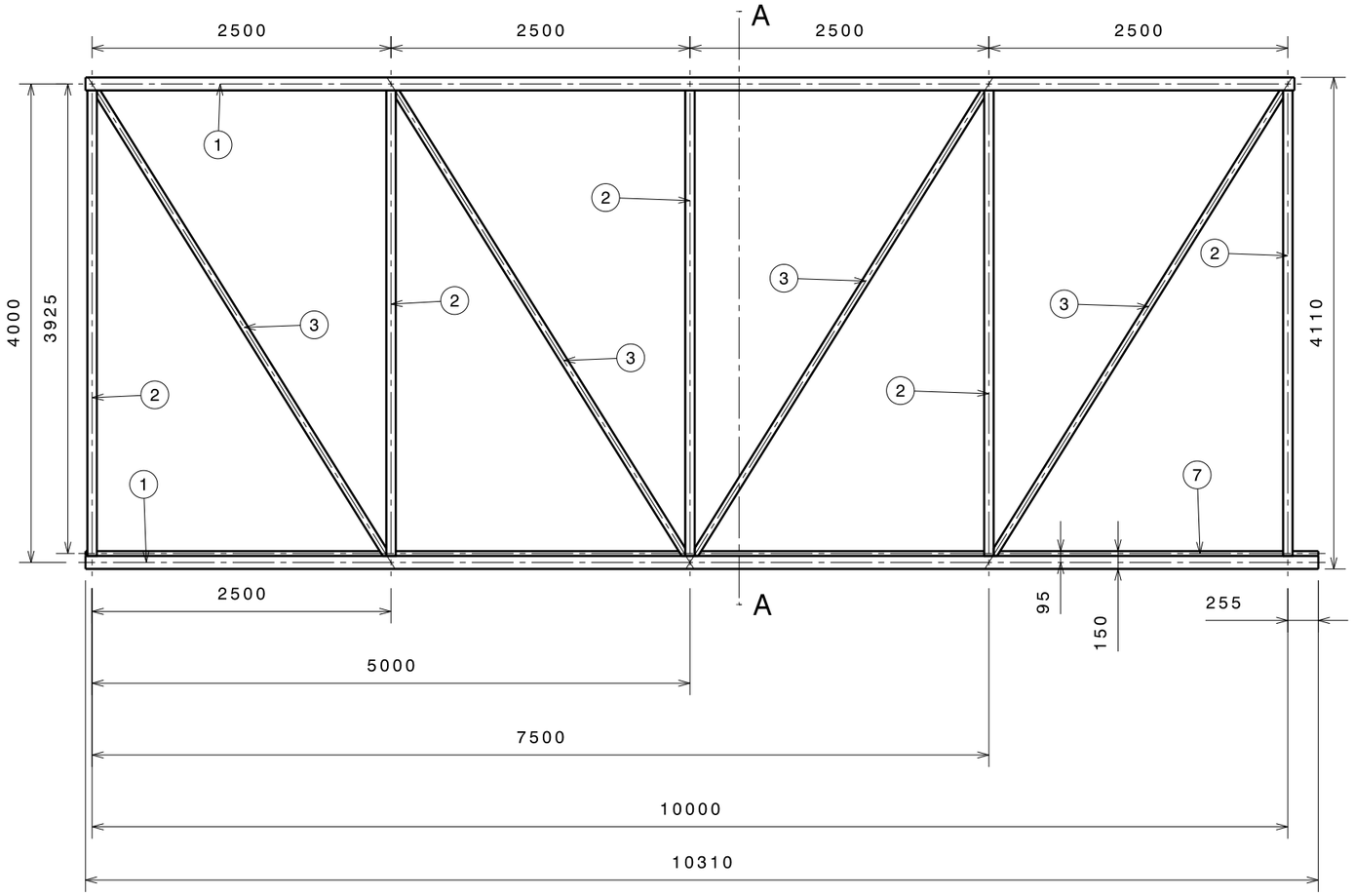
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

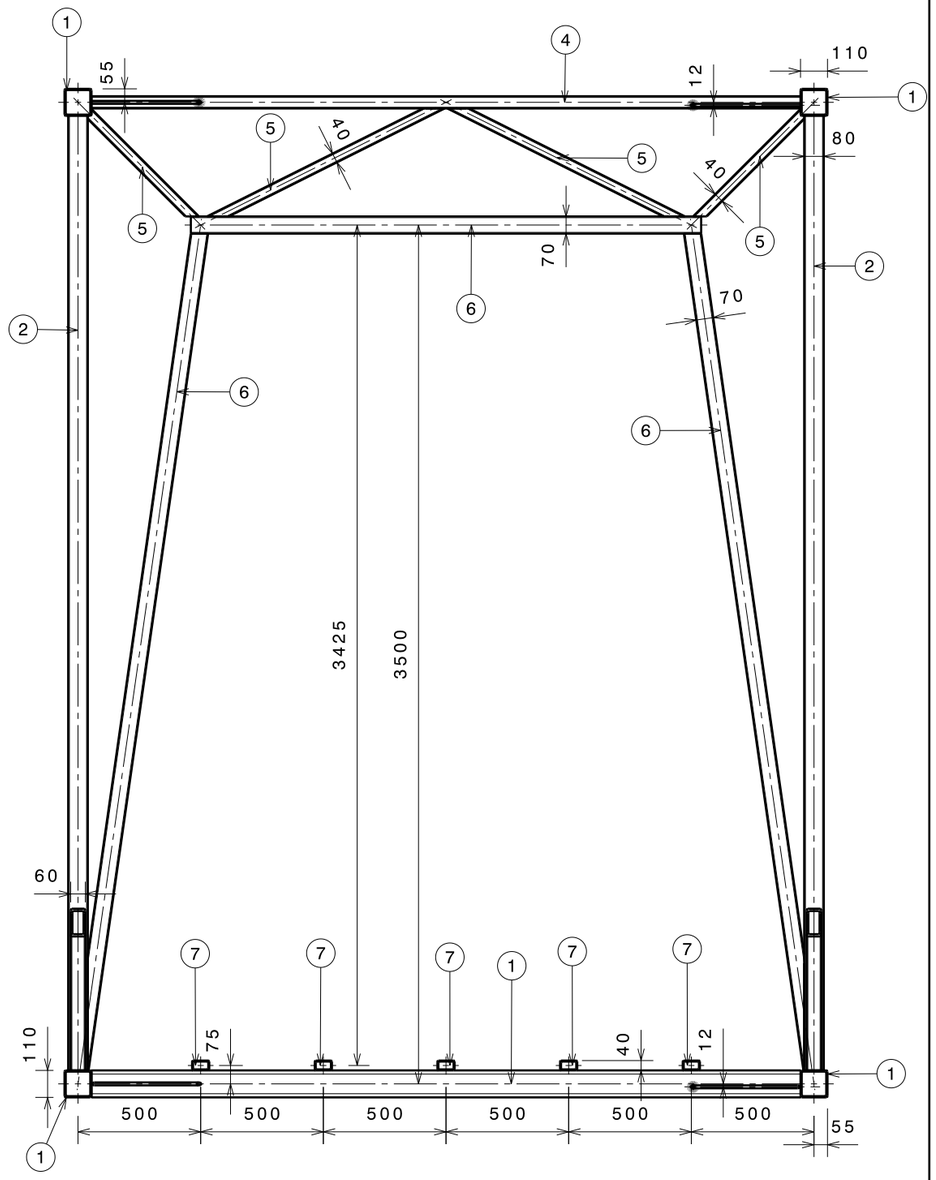
FIRMA:

PLANO:
ALZADOS PASARELA PEATONAL

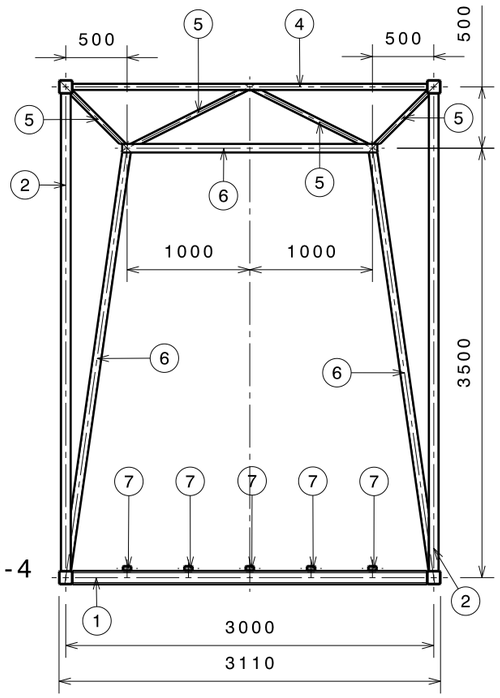
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:100	24



Alzado 3-4

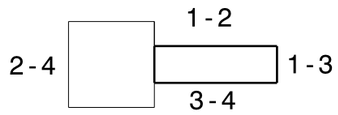


Sección A-A
Escala 1:25

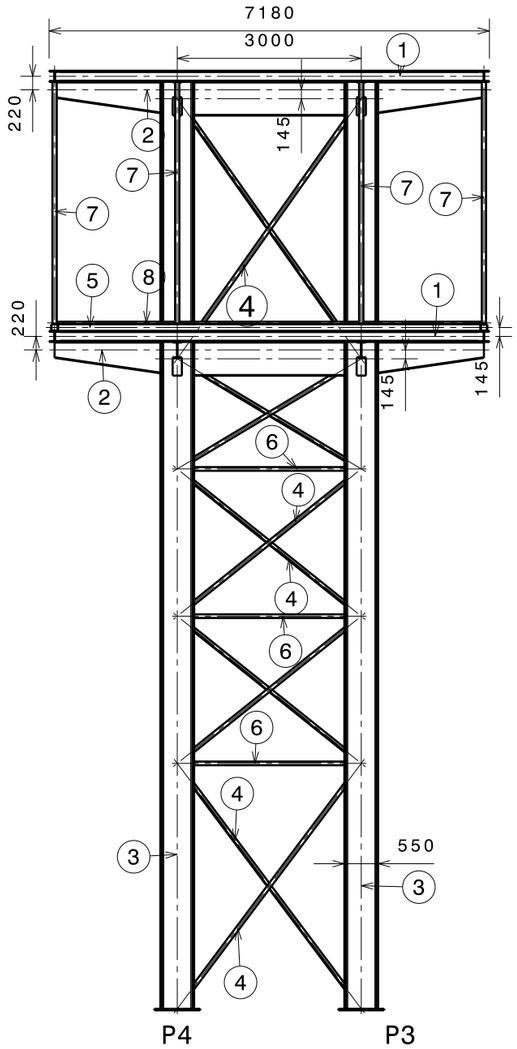


Alzado 2-4

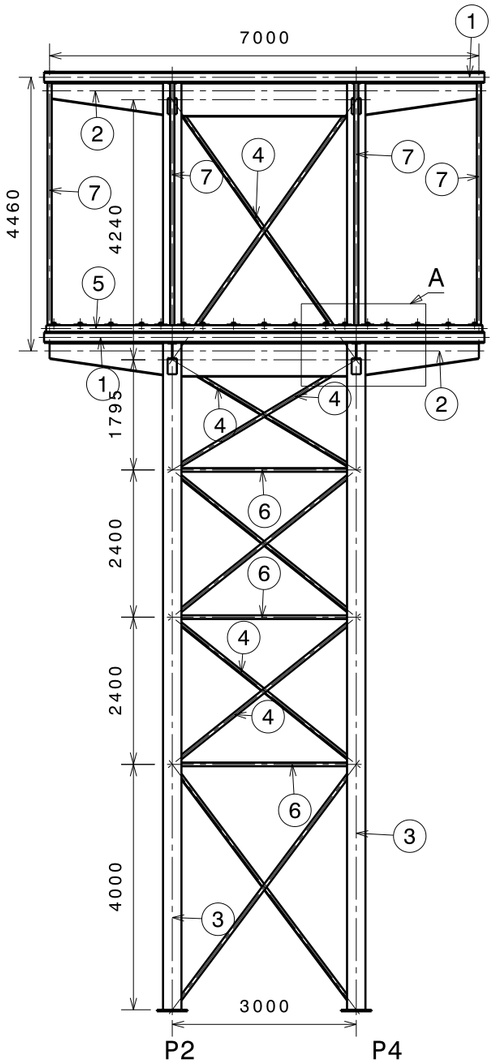
Número	Perfil (mm)
1	SHS 110x5
2	SHS 80x5
3	SHS 60x5
4	SHS 50x5
5	SHS 40x5
6	SHS 70x5
7	RHS 70x40x4



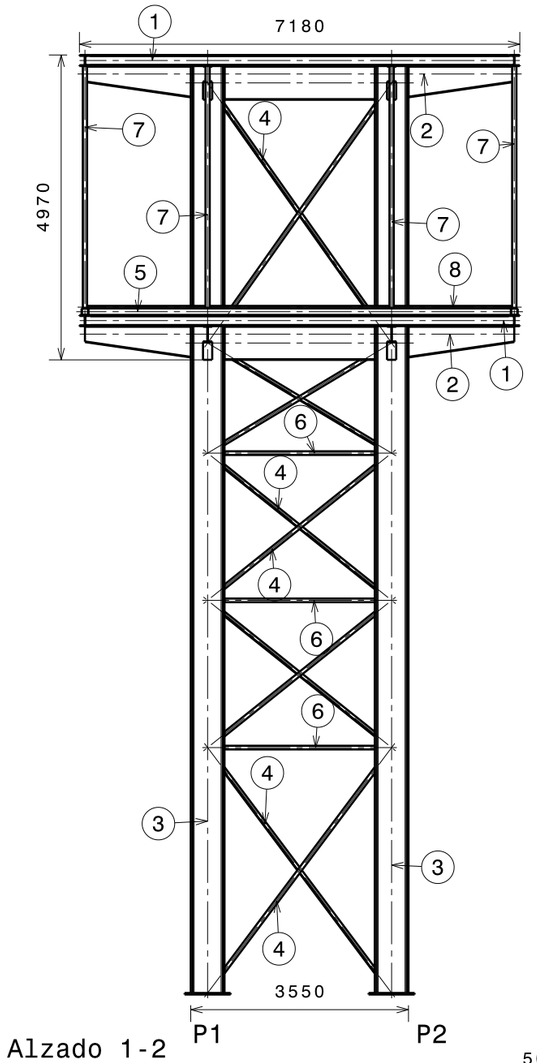
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA** FIRMA:
PLANO: **ALZADOS Y SECCIÓN PASARELA PEATONAL**	FECHA: 05/09/14	ESCALA: 1:50 / Nº PLANO: 25



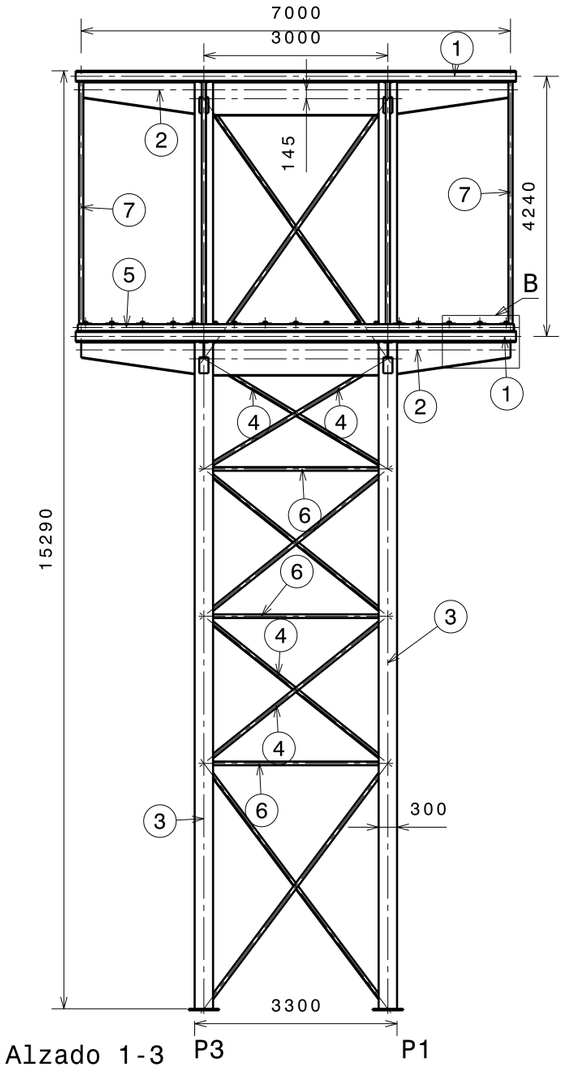
Alzado 3-4



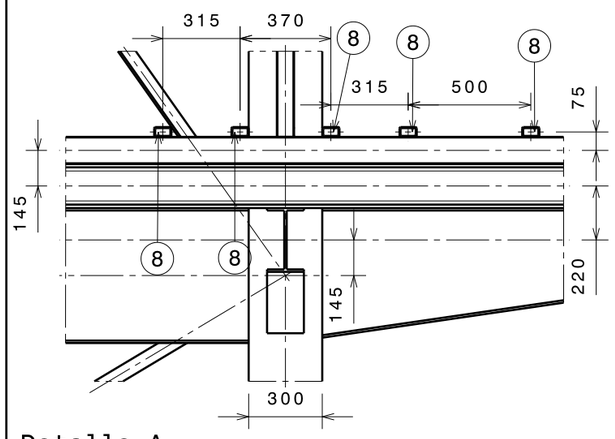
Alzado 2-4



Alzado 1-2

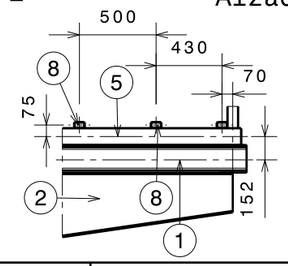


Alzado 1-3

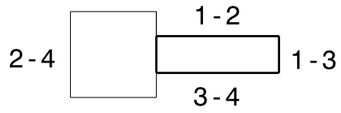


Detalle A
Escala: 1:25

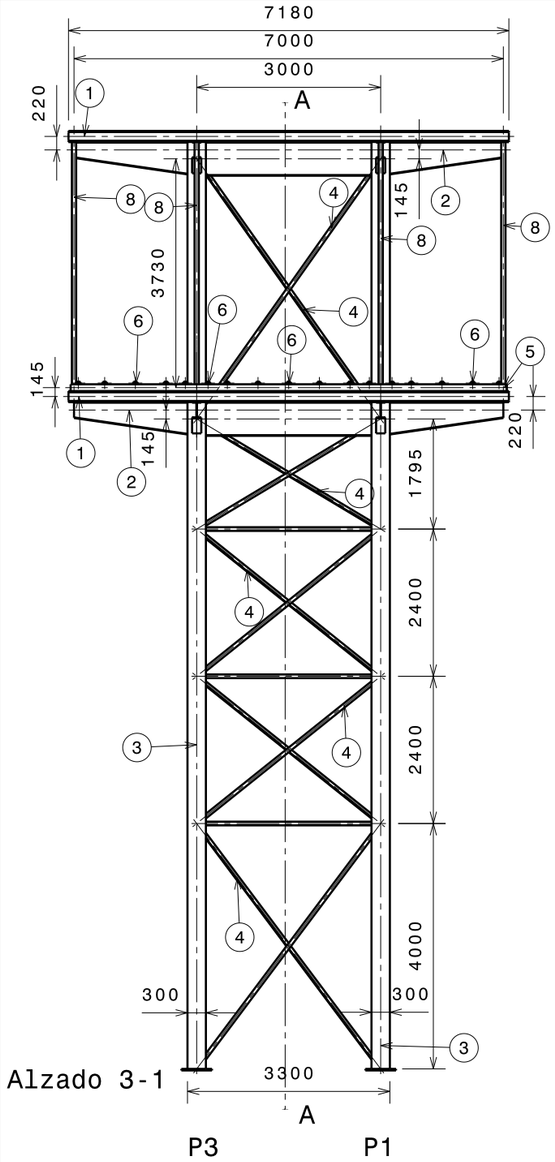
Número	Perfil (mm)
1	HEB 180
2	IA 260/550x10x150x10
3	HEB 550
4	L 60x60x8
5	SHS 110x5
6	SHS 60x5
7	SHS 70x5
8	RHS 70x40x4



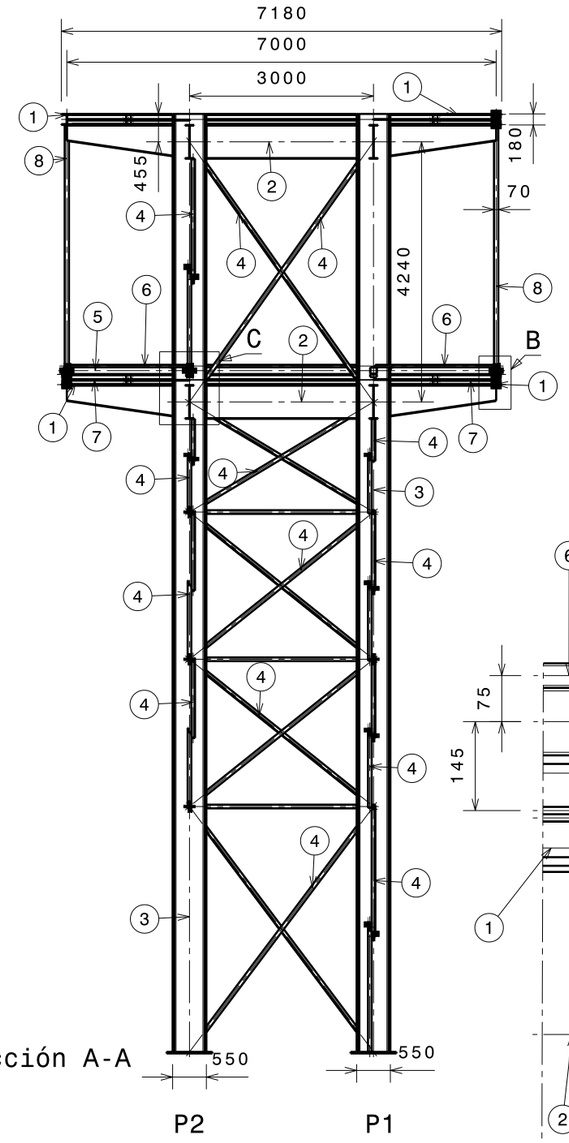
Detalle B
Escala: 1:40



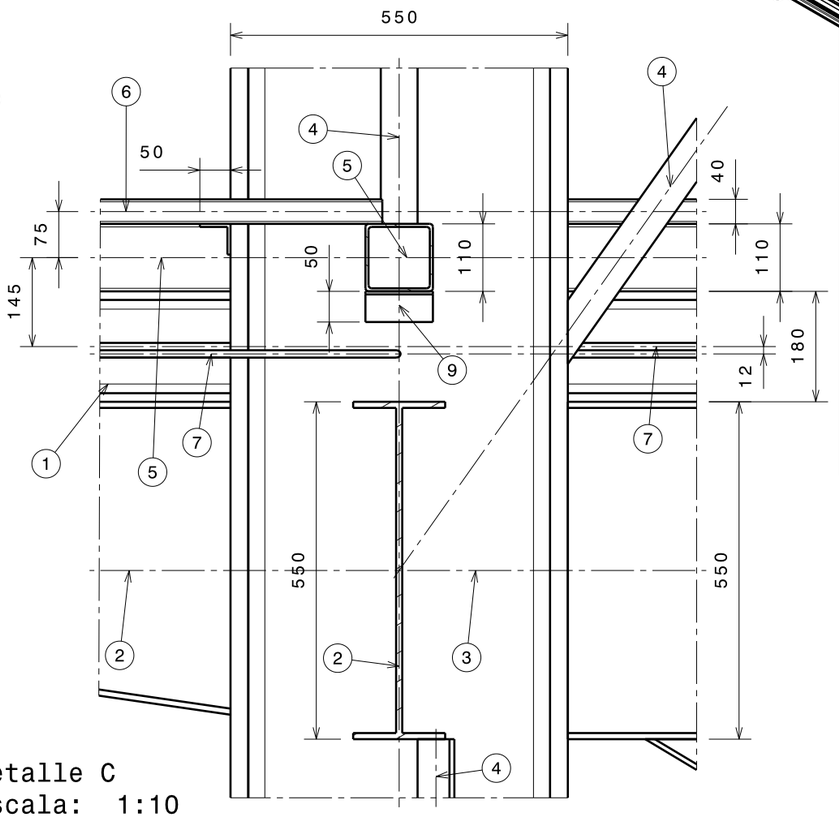
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES**
PROYECTO: **ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA**		REALIZADO: **BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA**
		FIRMA:
PLANO: **ALZADOS TORRE**	FECHA: 05/09/14	ESCALA: 1:100 / Nº PLANO: 26



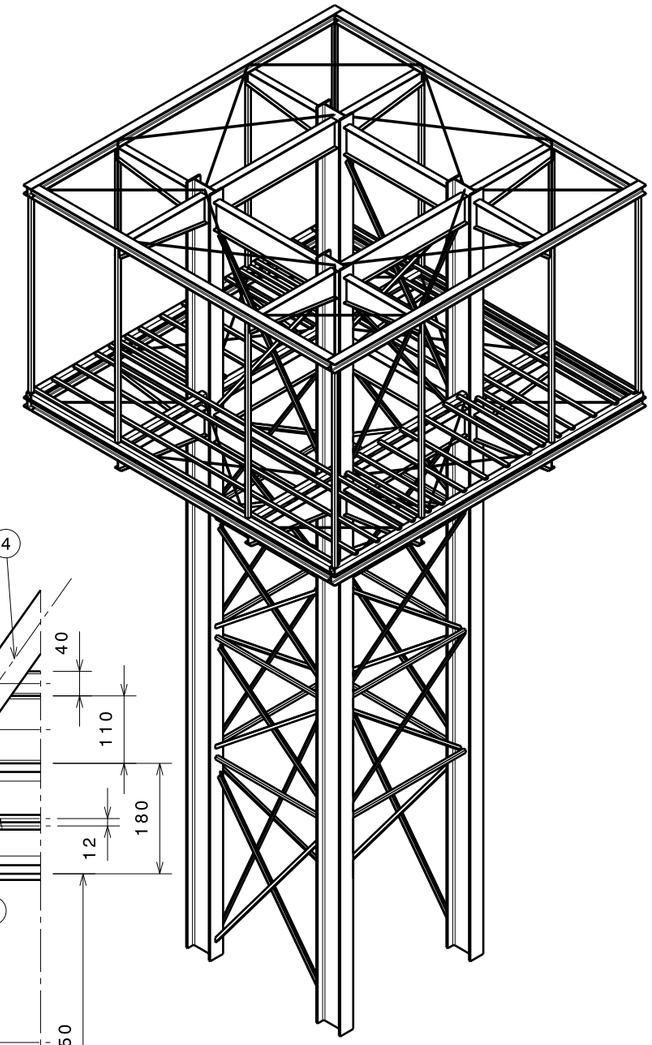
Alzado 3-1



Sección A-A

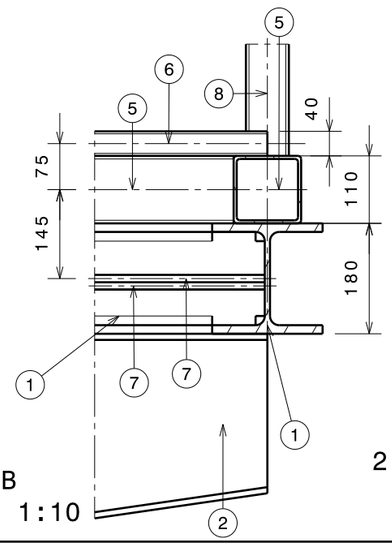


Detalle C
Escala: 1:10

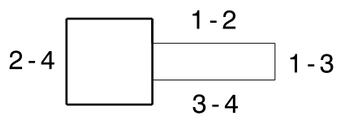


Vista isométrica

Número	Perfil (mm)
1	HEB 180
2	IA 260/550x10x150x10
3	HEB 550
4	L 60x60x8
5	SHS 110x4
6	RHS 70x40x4
7	Redondo D12
8	SHS 70x4
9	L 50x50x5



Detalle B
Escala: 1:10



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

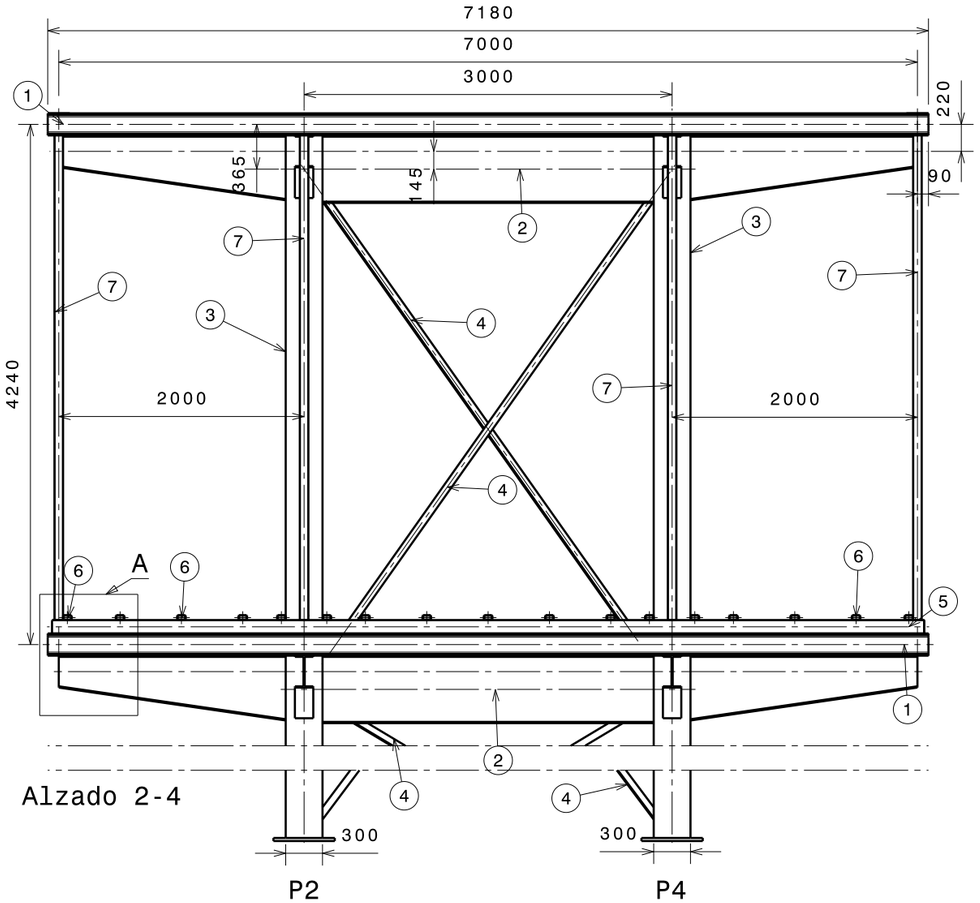
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

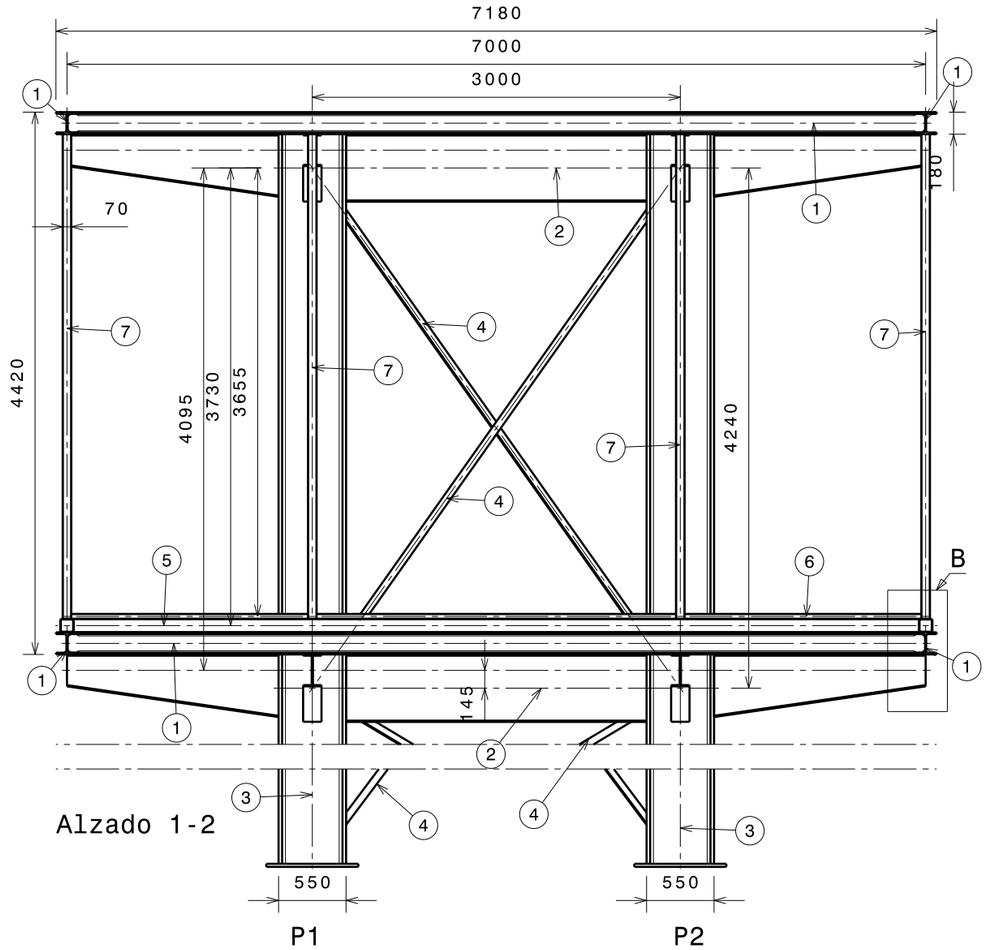
FIRMA:

PLANO:
DETALLES TORRE

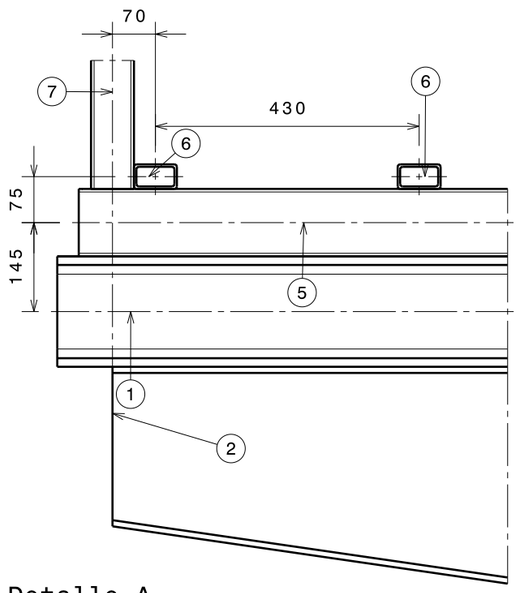
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:100	27



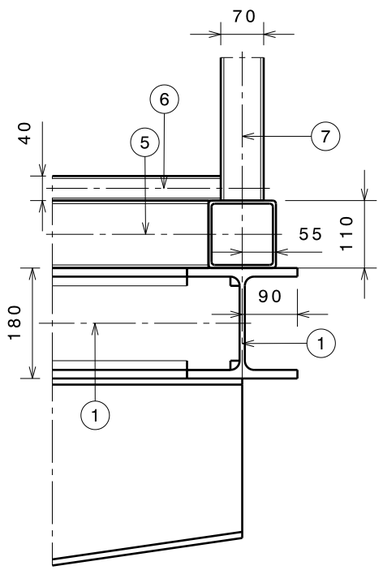
Alzado 2-4



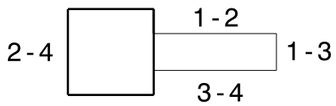
Alzado 1-2



Detalle A
Escala: 1:10



Detalle B
Escala: 1:10



Número	Perfil (mm)
1	HEB 180
2	IA 260/550x10x150x10
3	HEB 550
4	L 60x60x8
5	SHS 110x4
6	RSH 70x40x4
7	SHS 70x4

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

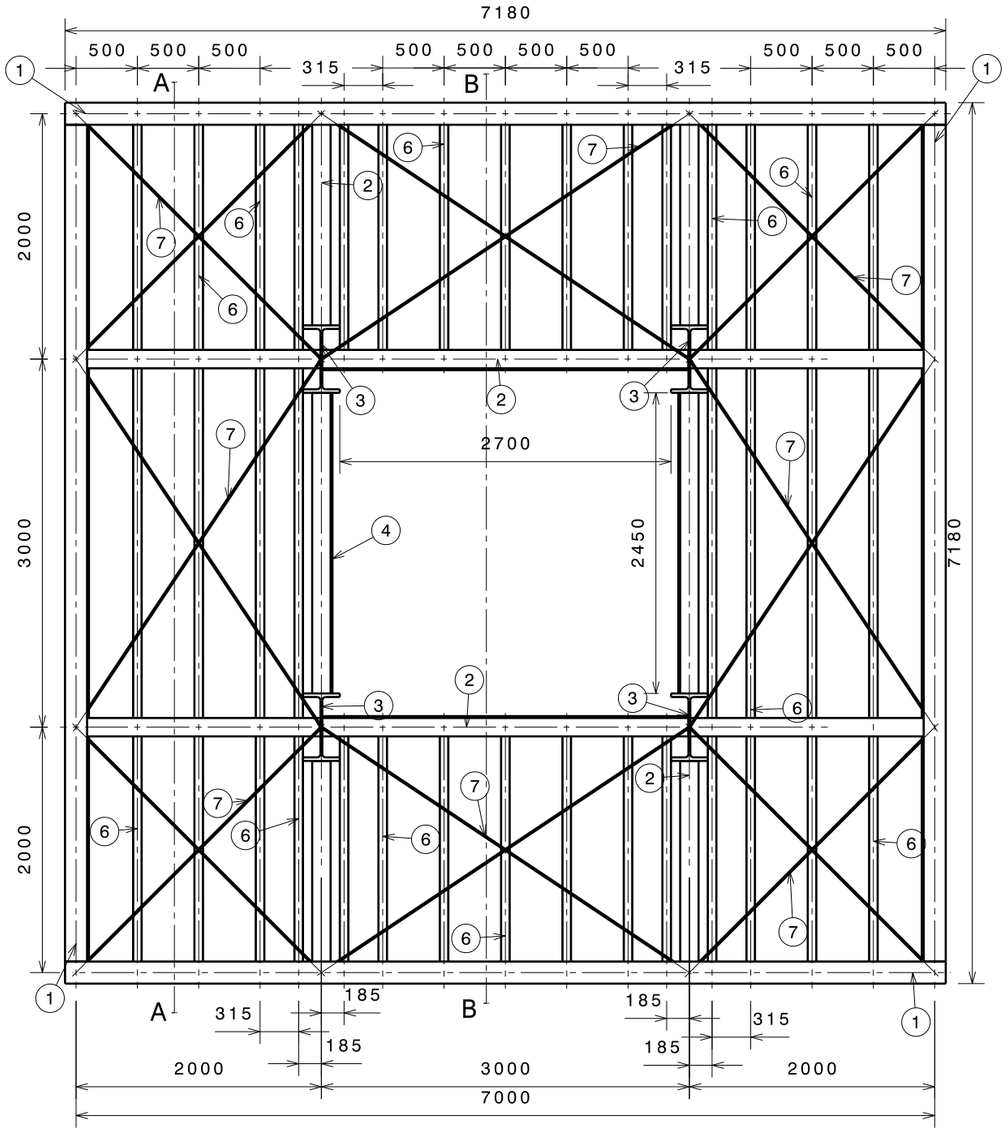
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

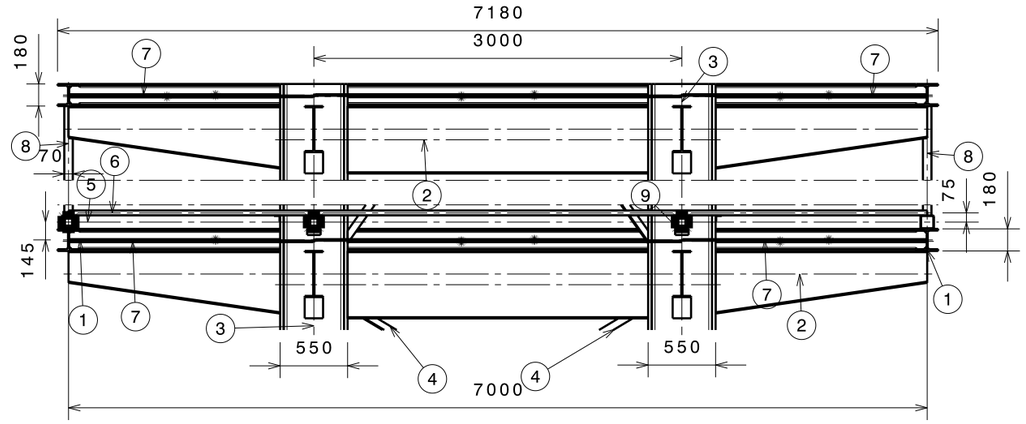
FIRMA:

PLANO:
VOLADIZO TORRE

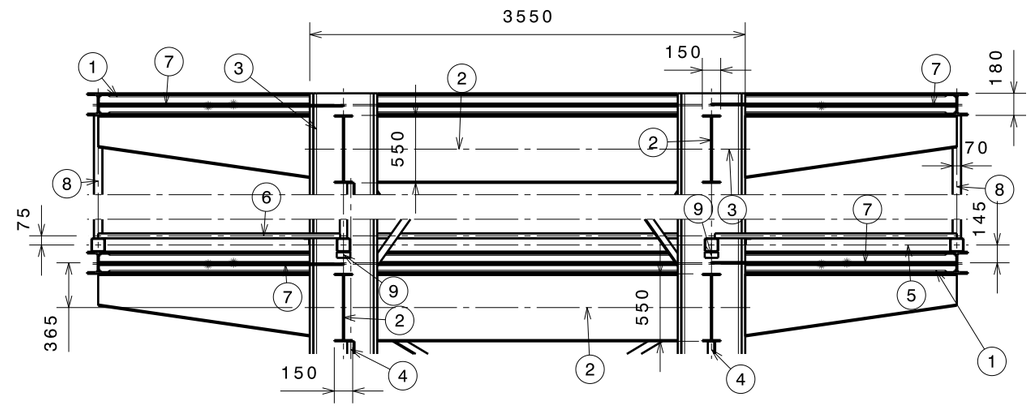
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:50	28



Planta

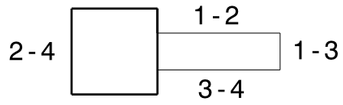


Sección A-A



Sección B-B

Número	Perfil (mm)
1	HEB 180
2	IA 260/550x10x150x10
3	HEB 550
4	L 60x60x8
5	SHS 110x4
6	RHS 70x40x4
7	Redondo D12
8	SHS 70x4
9	L 50x50x5



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

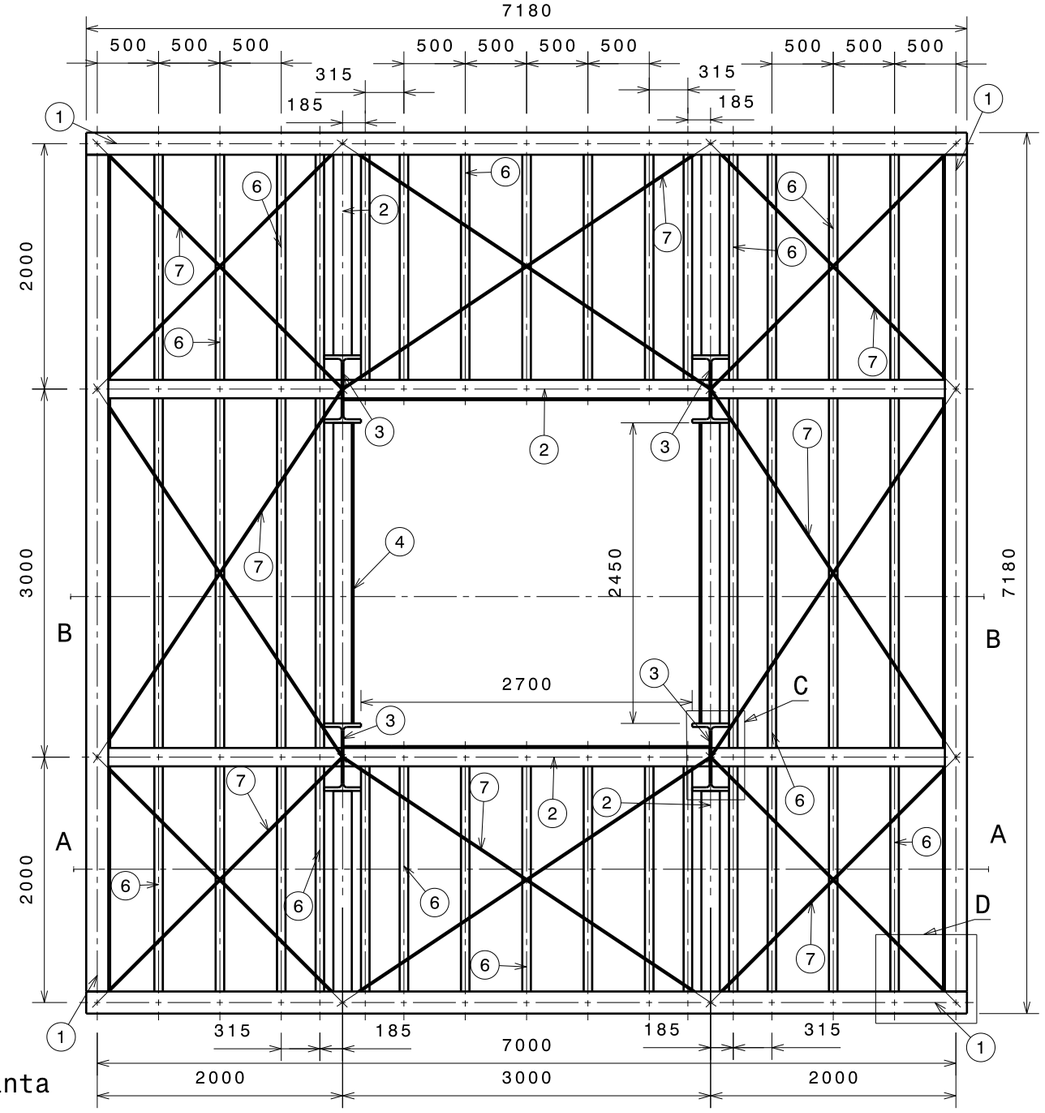
PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

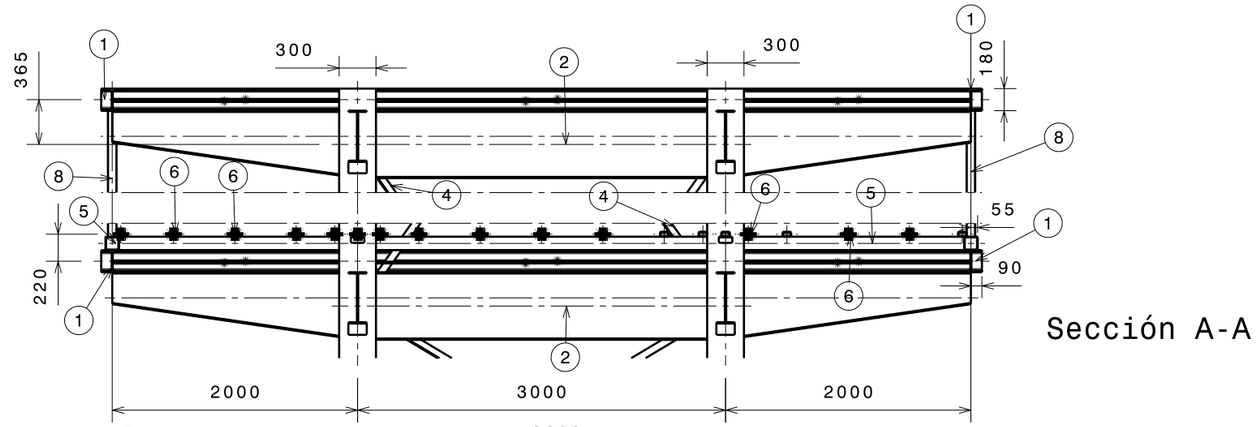
FIRMA:

PLANO:
SECCIONES TORRE 1

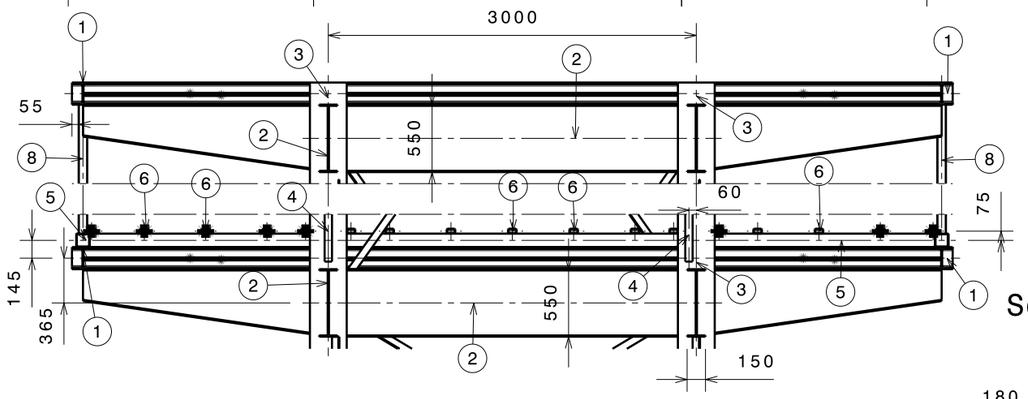
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:50	29



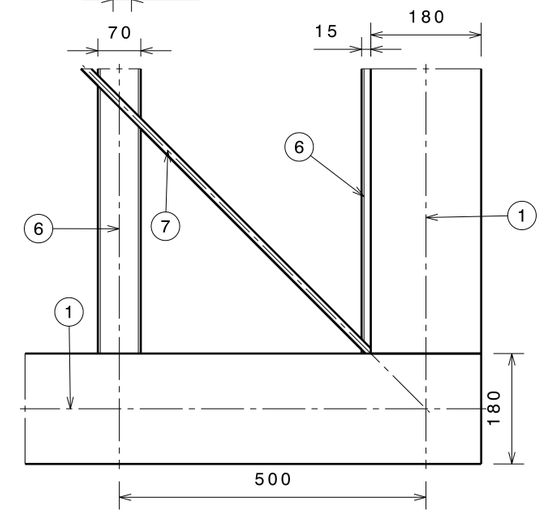
Planta



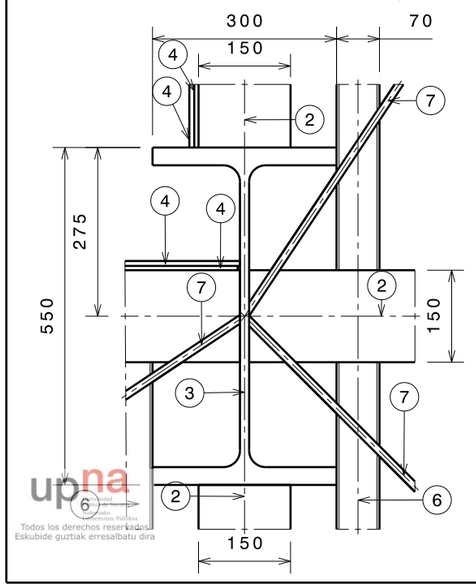
Sección A-A



Sección B-B

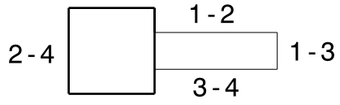


Detalle D
Escala: 1:10



Detalle C
Escala: 1:10

Número	Perfil (mm)
1	HEB 180
2	IA 260/550x10x150x10
3	HEB 550
4	L 60x60x8
5	SHS 110x4
6	RHS 70x40x4
7	Redondo D12
8	SHS 70x4
9	L 50x50x5



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES

PROYECTO:
ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

REALIZADO:
BARREIRA BLAZQUEZ, LORENA

FIRMA:

PLANO:
SECCIONES TORRE 2

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
05/09/14	1:50	30

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

PLIEGO DE CONDICIONES

LORENA BARREIRA BLÁZQUEZ

JOSÉ JAVIER LUMBRERAS AZANZA

Pamplona, Fecha de defensa

Índice

1. PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES

1.1 DISPOSICIONES GENERALES

1.1.1 Naturaleza y objeto del pliego general de condiciones

El presente Pliego General de Condiciones y Pliego de Condiciones particulares del Proyecto, conjuntamente con los otros documentos forman el Proyecto de Ingeniería, y tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de la calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la Legislación aplicable a la Administración, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

1.1.2. Documentación del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1º.- Las condiciones fijadas en el propio documento de Contrato Administrativo.

2º.- El Pliego de Condiciones particulares.

3º.- El presente Pliego General de Condiciones.

4º.- El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, y presupuestos).

El presente proyecto en cumplimiento del artículo 58 del Reglamento General de Contratación del Estado, se refiere a una obra completa, siendo por tanto susceptible de ser entregada al uso a que se destina una vez finalizada la misma.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

1.2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS

1.2.1. Delimitación general de funciones técnicas

1.2.1.1. El Ingeniero Director

Corresponde al Ingeniero Director:

a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.

b) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.

c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución de ingeniería.

d) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.

e) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.

f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del Ingeniero, el certificado final de la misma.

1.2.1.2. El Constructor

Corresponde al Constructor:

a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

b) Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo, en concordancia con las previstas en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo aprobada por O.M. 9-3-71.

c) Suscribir con el Ingeniero, el acta de replanteo de la obra.

d) Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.

e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando, por

iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

f) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.

g) Facilitar al Ingeniero, con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

h) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

i) Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.

j) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

1.2.2. Obligaciones del Constructor o Contratista

1.2.2.1. Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

1.2.2.2. Plan de seguridad e higiene

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Ingeniero Técnico de la Dirección Facultativa.

1.2.2.3. Oficina en la obra

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

♦ El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero.

♦ La Licencia de Obras.

- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros mencionados en el apartado 1.2.1.3., punto j).

Dispondrá además el Constructor de una oficina para la Dirección Facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

1.2.2.4. Representación del contratista

El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la Misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el apartado 1.2.1.3.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

1.2.2.5. Presencia del constructor en la obra

El Jefe de la obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

1.2.2.6. Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta

interpretación, lo disponga el Ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista, se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

1.2.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliego de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba, del Ingeniero.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al Constructor, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor podrá requerir del Ingeniero, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

1.2.2.8. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

1.2.2.9. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero

El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros, o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

1.2.2.10. Faltas de personal

El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

1.2.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares

1.2.3.1. Caminos y accesos

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Ingeniero podrá exigir su modificación o mejora.

Así mismo el Constructor se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, que deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

1.2.3.2. Replanteo

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

1.2.3.3. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquellos señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

1.2.3.4. Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

1.2.3.5. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.2.3.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

1.2.3.7. Prorroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

1.2.3.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

1.2.3.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el apartado 1.2.2.6.

1.2.3.10. Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderá por triplicado, entregándose: uno, al Ingeniero y el segundo, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

1.2.3.11. Trabajos defectuosos

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las Pliego de Condiciones Técnicas particulares y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.

1.2.3.12. Vicios ocultos

Si el Ingeniero tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dado cuenta de la circunstancia al Ingeniero. Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente.

1.2.3.13. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.2.3.14. Presentación de muestras

A petición del Ingeniero, el Constructor le, presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

1.2.3.15. Materiales no utilizables

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particular vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero.

1.2.3.16. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, será de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

1.2.3.17. Limpieza de las obras

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

1.2.3.18. Obras sin prescripciones

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atendrá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

1.2.4. Recepciones de edificios y obras anejas

1.2.4.1. Recepción provisional

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención de un Funcionario Técnico designado por la Administración Contratante, del Constructor, del Ingeniero. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicando un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos.

Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente certificado final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se dará al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

Al realizarse la recepción provisional de las obras, deberá presentar el Contratista las pertinentes autorizaciones de los Organismos Oficiales de la Provincia, para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requiera. No se efectuará esa Recepción Provisional, ni como es lógico la Definitiva, si no se cumple este requisito.

1.2.4.2. Documentación final de la obra

El Ingeniero Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente y, si se trata de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2,3,4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/1989, de 21 de abril.

1.2.4.3. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante.

Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

1.2.4.4. Plazo de garantía

El plazo de garantía será de un año, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Administración con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Administración contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la Recepción y Liquidación Definitiva de las obras, la Administración tomará acuerdo respecto a la fianza depositada por el Contratista.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción, de los cuales responderá durante los siguientes quince años. Transcurrido este plazo quedará totalmente extinguida la responsabilidad.

1.2.4.5. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto el Contratista durante este año de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentase, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad antes de la Recepción Definitiva.

1.2.4.6. Recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción

1.2.4.7. Prórroga del plazo de garantía

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

1.2.4.8. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaría, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el apartado 1.2.3.18. Transcurrido los apartados 1.2.4.4. y 1.2.4.5 de este Pliego.

Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola recepción definitiva.

1.3. CONDICIONES ECONÓMICAS

1.3.1. Principio general

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago

1.3.2. De los precios. Composición de los precios unitarios

1.3.2.1. Composición de precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.

b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaría e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.

e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaría, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos. Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (este porcentaje se establece un 5 por 100).

Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 10 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución material:

Se denominará Precio de Ejecución material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

1.3.2.2. Precio de contrata. Importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial del Contratista. El beneficio se estima normalmente, en 10 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

1.3.2.3. Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

1.3.2.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

1.3.2.5. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas, y en segundo lugar, al Pliego General de Condiciones particulares.

1.3.2.6. De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al tres por 100 (3%) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

1.3.2.7. Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

1.3.3. Valoración y abono de los trabajos

1.3.3.1. Forma de abono de las obras

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego Particular de Condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se podrá efectuar de las siguientes formas:

Previa mediación y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

1.3.3.2. Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeras correspondiente a cada unidad de la obra los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Condiciones económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Ingeniero los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las

rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

1.3.3.3. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

1.3.3.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

1.3.3.5. Abono de agotamientos y otros trabajos especiales

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos inyecciones u otra clase de trabajos de cualquiera índole especial u ordinaria, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, siempre que la Dirección Facultativa lo considerará necesario para la seguridad y calidad de la obra.

1.3.3.6. Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

1.3.3.7. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1º Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

2º Se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

3º Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

1.3.4. De las indemnizaciones mutuas

1.3.4.1 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (0/00) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

1.3.4.2. Demora de los pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

1.3.5. Varios

1.3.5.1. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el ingeniero- Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

1.3.5.2. Unidades de obras defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el

caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

1.3.5.3. Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

1.3.5.4. Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar. En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente apartado "Condiciones Económicas".

1.3.5.5. Uso por el contratista de edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

1.3.5.6. Seguro de responsabilidad civil

El Contratista deberá tener contratado un Seguro por Responsabilidad Civil de daños a terceros por causa de esta obra, sus instalaciones o maquinaria, cuyo importe mínimo por siniestro será de un millón doscientos mil euros (1.200.000). La propuesta de póliza con los riesgos asegurados, la presentará el Contratista a la Propiedad para su conformidad previa a la contratación.

1.3.6. Cargos al contratista

1.3.6.1. Autorización y licencias

El contratista se compromete a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Direcciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc. y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también de cuenta del contratista todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

1.3.6.2. Conservación durante el plazo de garantía

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije. Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar. En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones.

1.3.6.3. Normas de aplicación

Para todo aquello no detallado expresamente en los artículos anteriores, y en especial sobre las condiciones que deberán reunir los materiales que se empleen en obra, así como la ejecución de cada unidad de obra y las normas para su medición y valoración, regirá el *Código Técnico de la Edificación* constituido por orden de preferencia:

- Reales Decretos
- Instrucciones Técnicas de obligado cumplimiento.
- Órdenes y Reglamentos que los afectan.
- Nomas UNE.
- Normas DIN.
- Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura de 1960.

2. PIEGO DE CONDICIONES TECNICAS PARTICULARES

2.1 CONDICIONES GENERALES

2.1.1 Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

2.1.2 Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

2.1.3. Materiales no consignados en proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

2.1.4. Condiciones generales de ejecución

Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones de la Edificación de la Dirección General de Arquitectura de 1960, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

2.2. CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

2.2.1. Materiales para hormigones y morteros

2.2.1.1. Áridos

Generalidades: La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones de la EHE. Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convengan a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7243.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Se entiende por "arena" o "árido fino" el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm. de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050); por "grava" o "árido grueso" el que resulta detenido por dicho tamiz; y por "árido total" (o simplemente "árido" cuando no hay lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

Limitación de tamaño: Cumplirá las condiciones señaladas en la instrucción EHE.

2.2.1.2. Agua para amasado

Habrá de cumplir las siguientes prescripciones:

♦ Acidez tal que el pH sea mayor de 5. (UNE 7234:71).

♦ Sustancias solubles, menos de quince gramos por litro (15 gr./l.),según NORMA UNE 7130:58.

♦ Sulfatos expresados en S04, menos de un gramo por litro (1 gr./l.) según ensayo de NORMA 7131:58.

♦ Ión cloro para hormigón con armaduras, menos de 6 gr./l., según NORMA UNE 7178:60.

♦ Grasas o aceites de cualquier clase, menos de quince gramos por litro (15 gr./l.). (UNE 7235).

♦ Carencia absoluta de azúcares o carbohidratos según ensayo de NORMA UNE 7132:58.

♦ Demás prescripciones de la EHE.

2.2.1.3. Aditivos

Se definen como aditivos a emplear en hormigones y morteros aquellos productos sólidos o líquidos, excepto cemento, áridos o agua que mezclados durante el amasado modifican o mejoran las características del mortero u hormigón en especial en lo referente al fraguado, endurecimiento, plasticidad e incluso de aire. Se establecen los siguientes límites:

♦ Si se emplea cloruro cálcico como acelerador, su dosificación será igual o menor del dos por ciento (2%) en peso del cemento y si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, del tres y medio por ciento (3.5%) del peso del cemento

♦ Si se usan aireantes para hormigones normales su proporción será tal que la disminución de residentes a compresión producida por la inclusión del aireante sea inferior al veinte por ciento (20%). En ningún caso la proporción de aireante será mayor del cuatro por ciento (4%) del peso en cemento.

♦ En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al diez por ciento del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.

♦ Cualquier otro que se derive de la aplicación de la EHE.

2.2.1.4. Cemento

Se entiende como tal, un aglomerante hidráulico, que responda a alguna de las definiciones del pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos R.C. 03. B.O.E. 16.01.04.

Podrá almacenarse en sacos o a granel. En el primer caso, el almacén protegerá contra la intemperie y la humedad, tanto del suelo como de las paredes. Si se almacenara a granel, no podrán mezclarse en el mismo sitio cementos de distintas calidades y procedencias. Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán

retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en el citado "Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos". Se realizarán en laboratorios homologados.

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la Instrucción EHE.

2.2.2. Acero

2.2.2.1. Acero de alta adherencia en redondos para armadura

Se aceptarán aceros de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID homologado por el M.O.P.U.

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

El módulo de elasticidad será igual o mayor a dos millones cien mil kilogramos por centímetro cuadrado (2.100.000 kg/cm2). Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de dos décimas por ciento (0.2%).

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la Instrucción EHE.

2.2.2.2. Acero laminado

El acero empleado en los perfiles de acero laminado será de los tipos establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general), también se podrán utilizar los aceros establecidos por las normas UNE EN 10210-1:1994 relativa a perfiles huecos para la construcción, acabados en relativa a secciones huecas de acero estructural conformadas en frío.

En cualquier caso se tendrán en cuenta las especificaciones del artículo 4.2 del DB SE-A Seguridad Estructural Acero del CTE.

Los perfiles vendrán con su correspondiente identificación de fábrica, con señales indelebles para evitar confusiones. No presentarán grietas, ovalizaciones, sopladuras ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

Estructuras de acero laminado: Condiciones previas

♦ Se dispondrá de zonas de acopio y manipulación adecuadas.

♦ Las piezas serán de las características descritas en el proyecto de ejecución.

♦ Se comprobará el trabajo de soldadura de las piezas compuestas realizadas en taller.

♦ Las piezas estarán protegidas contra la corrosión con pinturas adecuadas

Ejecución

♦ Limpieza de restos de hormigón, etc. de las superficies donde se procede al trazado de replanteos y soldadura de arranques.

♦ Trazado de ejes de replanteo.

♦ Se utilizarán calzos, apeos, pernos, sargentos y cualquier otro medio que asegure su estabilidad durante el montaje.

♦ Las piezas se cortarán con oxicorte o con sierra radial, permitiéndose el uso de cizallas para el corte de chapas.

♦ Los cortes no presentarán irregularidades ni rebabas.

♦ No se realizarán las uniones definitivas hasta haber comprobado la perfecta posición de las piezas.

♦ Los ejes de todas las piezas estarán en el mismo plano.

♦ Todas las piezas tendrán el mismo eje de gravedad.

2.2.3. Materiales auxiliares de hormigones

2.2.3.1. Productos para curado de hormigones

Se definen como productos para curado de hormigones hidráulicos los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporización.

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante siete días al menos después de una aplicación.

2.2.3.2 Desencofrantes

Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmoldeo. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado sin cuyo requisito no se podrán utilizar.

2.2.4 Encofrados y cimbras

2.2.4.1 Encofrados en muros

Podrán ser de madera o metálicos pero tendrán la suficiente rigidez, latiguillos y puntales para que la deformación máxima debida al empuje del hormigón fresco sea inferior a un centímetro respecto a la superficie teórica de acabado. Para medir estas

deformaciones se aplicará sobre la superficie desencofrada una regla metálica de 2 m. de longitud, recta si se trata de una superficie plana, o curva si ésta es reglada.

Los encofrados para hormigón visto necesariamente habrán de ser de madera.

2.2.4.2 Encofrado de pilares, vigas y arcos

Podrán ser de madera o metálicos pero cumplirán la condición de que la deformación máxima de una arista encofrada respecto a la teórica, sea menor o igual de un centímetro de la longitud teórica. Igualmente deberá tener el confrontado lo suficientemente rígido para soportar los efectos dinámicos del vibrado del hormigón de forma que el máximo movimiento local producido por esta causa sea de cinco milímetros.

2.2.5. Materiales de cubierta

Para cubiertas galvanizadas, los elementos a emplear en obra serán a base de chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento, de acero galvanizado sobre faldones de cubierta, en los que la propia chapa proporcione la estanqueidad. Dichas chapas serán de espesor mínimo de 0.6 mm con un recubrimiento mínimo de galvanizado zz 275 según UNE 36.130.

Las chapas o paneles podrán llevar una protección adicional sobre el galvanizado a base de pinturas, plásticos u otros tratamientos homologados.

En zonas lluviosas de fuertes vientos o que se prevean grandes y periódicas acumulaciones de nieve se reforzará la estanqueidad de los solapes y juntas mediante sellado.

No se utilizará el acero galvanizado en aquellas cubiertas en las que puedan existir contactos con productos ácidos o alcalinos, o con metales (excepto aluminio) que puedan formar pares galvánicos que produzcan la corrosión del acero.

Los accesorios de fijación serán de iguales características de los indicados para cubiertas de fibrocemento.

En tejados de aleaciones ligeras los elementos a emplear en obra, serán a base de chapas lisas o conformadas de aleaciones ligeras (aluminio-manganeso), sobre planos de cubierta con inclinación no menor de 5 grados ni mayor de 30 grados y de espesores mínimos de 0.5 mm o de 0.7 mm según sean lisas o conformadas. Aunque las aleaciones empleadas en este tipo de cubiertas no precisen una protección específica contra la corrosión, las chapas podrán llevar una protección anódica incolora o coloreada de espesor variable según la agresividad del ambiente.

En zonas lluviosa de fuertes vientos se reforzará la estanqueidad de los solapes mediante sellado.

2.2.6. Pintura plástica

Está compuesta por un vehículo formado por barniz adquirido y los pigmentos están constituidos de bióxido de titanio y colores resistentes.

Todas las sustancias de uso general en la pintura deberán ser de excelente calidad. Los colores reunirán las condiciones siguientes:

♦ Facilidad de extenderse y cubrir perfectamente las superficies.

♦ Fijeza en su tinta.

♦ Facultad de incorporarse al aceite, color, etc.

♦ Ser inalterables a la acción de los aceites y de otros colores.

♦ Insolubilidad en el agua.

Los aceites y barnices reunirán a su vez las siguientes condiciones:

♦ Ser inalterables por la acción del aire.

♦ Conservar la fijeza de los colores.

♦ Transparencia y color perfectos.

♦ Los colores estarán bien molidos y serán mezclados con el aceite, bien purificados y sin posos. Su color será amarillo claro, no admitiéndose el que, al usarlo, deje manchas o ráfagas que indiquen la presencia de sustancias extrañas.

2.2.7. Fontanería

2.2.7.1. Bajantes

Las bajantes tanto de aguas pluviales como fecales serán de fibrocemento o materiales plásticos que dispongan autorización de uso. No se admitirán bajantes de diámetro inferior a 12 cm.

Todas las uniones entre tubos y piezas especiales se realizarán mediante uniones Gibault.

2.3. PRESCRIPCIONES EN CUANTO A EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

2.3.1. Movimiento de tierras

2.3.1.1. Explanación y préstamos

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavaciones ajustándose a las alienaciones pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos. La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, que no se hubiera extraído en el desbroce se aceptará para su utilización posterior en protección de superficies erosionables.

En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación, excepción hecha de la tierra vegetal, se podrán utilizar en la formación de rellenos y demás usos fijados en este Pliego y se transportarán directamente a las zonas previstas dentro del solar o vertedero, si no tuvieran aplicación dentro de la obra.

En cualquier caso no se desechará ningún material excavado sin previa autorización. Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

El material excavado no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuarán con las precauciones necesarias, para evitar daño a las construcciones colindantes y existentes. Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de la limpieza, acotándose las zonas de vegetación o arbolado destinadas a permanecer en su sitio.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm. de diámetro serán eliminadas hasta una profundidad no inferior a 50 cm., por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm. por debajo de la superficie natural del terreno.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste al nivel pedido.

No existe obligación por parte del constructor de trocear la madera a longitudes inferiores a tres metros.

La ejecución de estos trabajos se realizará produciendo las menores molestias posibles a las zonas habitadas próximas al terreno desbrozado.

2.3.1.2. Excavación en zanjas y pozos

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado para las obras de fábrica y estructuras y sus cimentaciones, comprender zanjas de drenaje u otras análogas. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

El contratista de las obras notificará con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni renovará sin autorización.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad en que aparezca el firme y obtenerse una superficie limpia y firme, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la Dirección Facultativa podrá modificar la profundidad, si la vista de las condiciones del terreno lo estimara necesario a fin de conseguir una cimentación satisfactoria.

El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.

La Dirección Facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, aunque sea distinta a la del Proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o escalonado.

La Contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno que considere necesarios, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto o no hubiesen sido ordenados por la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno. Se adoptarán por la Contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma, la zona de excavación, colocándose ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.

Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la Contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes o el fondo de la excavación de la zanja. El fondo

de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado u hormigón.

La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de 8 días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.

Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.

Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.

Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja y a una separación del borde de la misma de 0,60 m. como mínimo, dejando libres caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

La excavación en zanjas o pozos, se abonarán por metros cúbicos (m3) realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizados los mismos.

2.3.1.3. Preparación de cimentaciones

Consiste en la extensión o compactación de materiales terrosos, procedentes de excavaciones anteriores o préstamos para relleno de zanjas y pozos.

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será el adecuado a los medios disponibles para que se obtenga en todo el mismo grado de compactación exigido.

La superficie de las tongadas será horizontal o convexa con pendiente transversal máxima del dos por ciento. Una vez extendida la tongada, se procederá a la humectación si es necesario.

El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas procediendo incluso a la desecación por oreo o por adición de mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas (cal viva, etc.). Conseguida la humectación más conveniente, posteriormente se procederá a la compactación mecánica de la tongada. Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su composición. Si ello no es factible el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que se concentren rodadas en superficie.

Si el relleno tuviera que realizarse sobre terreno natural, se realizará en primer lugar el desbroce y limpieza del terreno, se seguirá con la excavación y extracción de material inadecuado en la profundidad requerida por el Proyecto, escarificándose posteriormente el terreno para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno.

Cuando el relleno se asiente sobre un terreno que tiene presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas, antes de comenzar la ejecución. Si los terrenos fueran inestables, apareciera turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme.

El relleno del trasdós de los muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia requerida y no antes de los 21 días si es de hormigón. Después de haber llovido no se extenderá una nueva tongada de relleno o terraplén hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca, hasta conseguir que la humedad final sea la adecuada.

Si por razones de sequedad hubiera que humedecer una tongada se hará de forma uniforme, sin que existan encharcamientos.

Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura descienda de 2 ºC.

Las distintas zonas de los rellenos se abonarán por metros cúbicos realmente ejecutados medidos por diferencia entre los datos iniciales tomados inmediatamente antes de iniciarse los trabajos y los datos finales, tomados inmediatamente después de compactar el terreno.

2.3.2. Hormigones

2.3.2.1. Dosificación de hormigones

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en la EHE.

2.3.2.2. Fabricación de hormigones

En la confección y puesta en obra de los hormigones se cumplirán las prescripciones generales de la Instrucción de hormigón estructural (EHE). Real Decreto 996/1999, de 11 de junio, del Ministerio de Fomento. Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso. Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás para la fabricación y puesta en obra del hormigón, habrán de someterse a lo indicado.

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del dos por ciento para el agua y el cemento, cinco por ciento para los distintos tamaños de áridos y dos por ciento para el árido total. En la consistencia del hormigón admitirá una tolerancia de veinte milímetros medida con el cono de Abrams.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, éste se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

2.3.2.3. Mezcla en obra

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central.

2.3.2.4. Transporte de hormigón

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

2.3.2.5. Puesta en obra del hormigón

Como norma general no deberá transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación. No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro, quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo o hacerlo avanzar más de medio metro de los encofrados.

Al verter el hormigón se removerá enérgica y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice en todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

2.3.2.6. Compactación del hormigón

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm/seg., con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm, y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm. de la pared del encofrado.

2.3.2.7. Curado de hormigón

Durante el primer periodo de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

En cualquier caso deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos durante tres días si el conglomerante empleado fuese cemento Portland I-35, aumentándose este plazo en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

2.3.2.8. Juntas en el hormigonado

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos.

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión o donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón. Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

2.3.2.9. Limitaciones de ejecución

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de la lluvia a las masas de hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegara a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada, regarla y continuar el hormigonado después de aplicar lechada de cemento.

Antes de hormigonar:

- Replanteo de ejes, cotas de acabado.
- Colocación de armaduras.

♦ Limpieza y humedecido de los encofrados.

Durante el hormigonado:

El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m., salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm.. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueras y se mantenga el recubrimiento adecuado.

Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0ºC o lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero bajo la autorización de la D.F.

No se dejarán juntas horizontales pero, si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h. se tratará la junta con resinas epoxi.

No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.

Después del hormigonado:

El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasadosm7 días y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la D.F.

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

2.3.3. Morteros

2.3.3.1. Dosificación de morteros

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cual ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

2.3.3.2. Fabricación de morteros

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una plasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por metro cúbico, obteniéndose su precio del Cuadro de Precios si lo hay u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

2.3.4 Encofrados

2.3.4.1 Construcción y montaje

Tanto las uniones como las piezas que construyen los encofrados deberán poseer la resistencia y la rigidez necesaria para que con la marcha prevista de hormigonado y especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su periodo de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a los cinco milímetros.

Los enlaces de los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje se verifique con facilidad mientras que los encofrados de los elementos rectos o planos de más de seis metros de luz libre se dispondrán con la contraflecha necesaria par que, una vez desencofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera cavidad en el intradós.

Los moldes ya usados, y que vayan a servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificados y limpiados.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiaran especialmente los fondos dejándose aperturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las distintas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá realizar un sellado adecuado.

2.3.4.2 Desencofrado y descimbrado del hormigón

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a un día de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido

bajas temperaturas u otras causas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto no deberán retirarse antes de los dos días con las mismas salvedades apuntadas anteriormente a menos que se emplee curado a vapor.

El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias de temperatura y del resultado de las pruebas de resistencia el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrado. El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cunas, gatos, cajas de arena y otros dispositivos, cuando el elemento a descimbrar sea de cierta importancia.

2.3.4.3 Medición y abono

Los encofrados se medirán siempre por m^2 de superficie en contacto con el hormigón, no siendo de abono las sobras o excesos de encofrado, así como los elementos auxiliares de sujeción o apeos necesarios para mantener el encofrado en una posición correcta y segura contra esfuerzos de viento, etc. En este precio se incluyen, además los desencofrantes y las operaciones de desencofrado y retirada del material. En el caso de que en el Cuadro de Precios esté incluido el encofrado en la unidad de hormigón, se entiende que tanto el encofrado como los elementos auxiliares y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón

2.3.5. Armaduras y acero

2.3.5.1. Colocación, recubrimiento y empalme de armaduras

Todas estas operaciones se efectuarán de acuerdo con los artículos de la Instrucción de hormigón estructural (EHE). Real Decreto 996/1999, de 11 de junio, del Ministerio de Fomento.

2.3.5.2. Soldadura

Siempre que sea físicamente posible, se empleará la soldadura de arco automático (unión Melt) reservándose la semiautomática y manual solamente para el resto de casos.

Todos los cordones se ejecutarán sin unión en sentido longitudinal si bien se podrán realizar de una o más pasadas si así fuese preciso.

Toda la soldadura manual deberá ejecutarse por soldadores homologados.

En la soldadura realizada con automática deberá cuidarse al máximo la preparación de bordes y regulación y puesta a punto de la máquina.

Los cordones a tope se realizarán en posición horizontal.

Los cordones en ángulo se realizarán en posición horizontal.

Para comienzo y fin del cordón deberán soldarse unos suplementos de modo que el proceso de soldadura comience antes y acabe después de unidas las partes útiles, evitándose de este modo la formación de cráteres iniciales y finales.

En todo caso, siguiendo la buena práctica de la soldadura y tratando de evitar concentraciones de esfuerzos y conseguir máxima penetración, los cordones de las soldaduras en ángulo serán cóncavos respecto al eje de intersección de las chapas a unir.

Como máximo podrá ser plana la superficie exterior de la soldadura. No se admitirán depósitos que produzcan mordeduras.

En la soldadura que se vaya a dar más de una pasada deberá eliminarse previamente toda la cascarilla depositada anteriormente; para ello se llegará a emplear la piedra esmeril, especialmente en la última pasada para una correcta presentación de la soldadura.

2.3.5.3. Tornillería

Los tornillos a emplear cumplirán con las especificaciones de la CTE-DB-A y la espiga no roscada no será menor que el espesor de la unión más 1 mm, sin alcanzar la superficie exterior de la arandela.

En las uniones con tornillos ordinarios, los asientos de las cabezas y tuercas estarán perfectamente planos y limpios. En todo caso se emplearán arandelas bajo la tuerca.

Si los perfiles a unir son de cara inclinada, se emplearán arandelas de espesor variable, con la cara exterior normal al eje del tornillo.

Los tornillos de alta resistencia cumplirán las especificaciones de la CTE-DB-A.

Las superficies de las piezas de contacto deberán estar perfectamente limpias de suciedad, herrumbre, grasa o pintura.

Las tuercas se apretarán con el paso nominal correspondiente.

Deberá quedar por lo menos un filete fuera de la tuerca después de apretarla.

En las uniones con tornillos de alta resistencia, las superficies de las piezas a unir deberán estar perfectamente planas, y se efectuará un decapado con soplete o chorro de arena. Se colocará la arandela correspondiente bajo la cabeza y bajo la tuerca. El apriete se hará con llaves taradas de forma que se comience por los tornillos del centro de la unión y con un momento torsor del 80 % del especificado en la Norma para completar el apriete en una segunda vuelta.

Los soldadores deben estar certificados por un organismo acreditado y cualificarse de acuerdo con la norma UNE-EN 287-1:1992, y si realizan tareas de coordinación del soldeo, tener experiencia previa en el tipo de operación que supervisa.

2.3.5.4. Medición y abono

De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado, se abonarán los kg realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución por medición de su longitud, añadiendo la longitud de los solapes de empalme medida en obra y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados.

En ningún caso se abonará con solapes un peso mayor del 5% del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes. El precio comprenderá a la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras si es necesario, el doblado de las mismas, el izado, sustentación y colocación en obra (incluido el alambre para ataduras y separadores), la pérdida por recortes y todas cuantas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

2.3.6. Cubiertas

Cubierta o techo exterior cuya pendiente está comprendida entre el 1% y el 15% que, según el uso, pueden ser transitables o no transitables; entre éstas, por sus características propias, cabe citar las azoteas ajardinadas.

Pueden disponer de protección mediante barandilla, balaustrada o antepecho de fábrica. Condiciones previas:

- ♦ Planos acotados de obra con definición de la solución constructiva adoptada.
- ♦ Ejecución del último forjado o soporte, bajantes, petos perimetrales.
- ♦ Limpieza de forjado para el replanteo de faldones y elementos singulares.
- ♦ Acopio de materiales y disponibilidad de equipo de trabajo.

Los materiales empleados en la composición de estas cubiertas, naturales o elaborados, abarcan una gama muy amplia debido a las diversas variantes que pueden adoptarse tanto para la formación de pendientes como para la ejecución de la membrana impermeabilizante, la aplicación de aislamiento, los solados o acabados superficiales, los elementos singulares, etc.

Siempre que se rompa la continuidad de la membrana de impermeabilización se dispondrán refuerzos. Si las juntas de dilatación no estuvieran definidas en proyecto se

dispondrán éstas en consonancia con las estructurales, rompiendo la continuidad de éstas desde el último forjado hasta la superficie exterior.

Las limahoyas, canalones y cazoletas de recogida de agua pluvial tendrán la sección necesaria para evacuarla sobradamente, calculada en función de la superficie que recojan y la zona pluviométrica de enclave del edificio. Las bajantes de desagüe pluvial no distarán más de 20 metros entre sí.

Las láminas impermeabilizantes se colocarán empezando por el nivel más bajo, disponiéndose un solape mínimo de 8 cm. entre ellas. Dicho solape de lámina, en las limahoyas, será de 50 cm. y de 10 cm. en el encuentro con sumideros. En este caso, se reforzará la membrana impermeabilizante con otra lámina colocada bajo ella que debe llegar hasta la bajante y debe solapar 10 cm. sobre la parte superior del sumidero.

El control de ejecución se llevará a cabo mediante inspecciones periódicas en las que se comprobarán espesores de capas, disposiciones constructivas, colocación de juntas, dimensiones de los solapes, humedad del soporte, humedad del aislamiento, etc.

La medición y valoración se efectuará, generalmente, por m² de azotea, medida en su proyección horizontal, incluso entrega a paramentos y p.p. de remates, terminada y en condiciones de uso.

Se tendrán en cuenta, no obstante, los enunciados señalados para cada partida de la medición o presupuesto, en los que se definen los diversos factores que condicionan el precio descompuesto resultante.

2.3.7. Solados

El solado debe formar una superficie totalmente plana y horizontal con perfecta alineación de sus juntas en todas direcciones. Colocando una regla de 2 m. de longitud sobre el solado en cualquier dirección, no deberán aparecer huecos mayores a 5 mm.

Se impedirá el tránsito por los solados hasta transcurridos cuatro días como mínimo, y en caso de ser éste indispensable, se tomarán las medidas precisas para que no se perjudique al solado.

Los pavimentos se medirán y abonarán por metro cuadrado de superficie de solado realmente ejecutada.

Los rodapiés y los peldaños de escalera se medirán y abonarán por metro lineal. El precio comprende todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente cada unidad de obra con arreglo a las prescripciones de este Pliego.

2.3.8. Instalaciones auxiliares y control de obra

2.3.8.1. Instalaciones auxiliares y precauciones a tomar durante la construcción

La ejecución de las obras figuradas en el presente Proyecto, requerirán las siguientes instalaciones auxiliares:

♦ Caseta de comedor y vestuario de personal, según dispone la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, cuando las características e importancia de las obras así lo requieran.

♦ Redes y lonas en número suficiente de modo que garanticen la seguridad de los operarios y transeúntes.

♦ Maquinaria, andamios, herramientas y todo el material auxiliar para llevar a cabo los trabajos de este tipo.

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra sean las previstas en la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo aprobada por O.M. de 9 de Marzo de 1971, así como el Real Decreto 1627/1997 del 24-Oct-97 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras en construcción. B.O.E. n° 256, 25-Oct-97.

2.3.8.2. Control de la obra

Además de los controles establecidos en anteriores apartado y los que en cada momento dictamine la dirección facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la "Instrucción EHE" para el proyecto y ejecución de obras de hormigón. El control de la obra será de nivel normal.

Pamplona, a 5 de Septiembre de 2014

Lorena Barreira Blázquez

Ingeniero Técnico Industrial Mecánico

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

PRESUPUESTO

LORENA BARREIRA BLÁZQUEZ

JOSÉ JAVIER LUMBRERAS AZANZA

Pamplona, Fecha de defensa

ÍNDICE

Introducción

En las siguientes páginas se muestra el presupuesto estimado para el proyecto.

Capítulo 1: Movimiento de Tierras								
Código	Descripción	Uds.	Long.	Anch.	Alt.	Total	Precio	Importe
1.1.	Demolición completa, elemento a elemento, de escaleras	1					1.264,84	1.264,84
1.2.	Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado	m^2	18	21		378	0,87	328,86
1.3.	Transporte de tierras dentro de la obra, con carga mecánica sobre camión de 12 t	m^3	18	21	0,25	94,5	0,89	84,105
1.3.	Desmonte en tierra, con empleo de medios mecánicos	m^3	18	21	1,5	567	2,19	1241,73
1.4.	Excavación en pozos para cimentaciones en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión	m^3	4,5	4,75	2,4	51,3	39,33	2017,629
		m^3	2,8	1,7	0,8	3,808	39,33	149,76864
		m^3	2,8	4,7	0,8	10,528	39,33	414,06624
TOTAL CAPÍTULO 1: 5.501,00 €								

Capítulo 2: Cimentaciones								
Código	Descripción	Uds.	Long.	Anch.	Alt.	Total	Precio	Importe
2.1.	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor	m^2	4,5	4,75		21,375	9,72	207,765
		m^2	2,8	1,7		4,76	9,72	46,2672
		m^2	2,8	4,7		13,16	9,72	127,9152

2.2.	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m³	m^3	4,3	4,55	0,45	8,80425	151,95	1337,8058
		m^3	2,6	1,5	0,7	2,73	151,95	414,8235
		m^3	2,6	4,5	0,7	8,19	151,95	1244,4705
2.3.	Vaso de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m³, para formación de foso de ascensor enterrado a nivel de la cimentación	m^3	2,4	2,05	1,85	9,102	160,91	1464,6028
TOTAL CAPÍTULO 2: 4.843,65 €								

Capítulo 3: Estructura metálica								
Código	Descripción	Uds.	Long.	Anch.	Alt.	Total	Precio	Importe
3.1. Pasarela								
3.1.1.	Acero S275JR en tubos, con sección cuadrada y rectangular, laminados en frio con uniones soldadas	kg				2530,76	2,75	6959,59
3.1.2.	Acero S275JR en barras, con sección circular de 12 mm de diametro y uniones soldadas	kg				55,52	1,56	86,6112
3.2. Torre								
3.2.1.	Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas	kg				19752,68	2,45	48394,066
3.2.2.	Acero S275JR en tubos, con sección cuadrada y rectangular, laminados en frio con uniones soldadas	kg				2229,96	2,75	6132,39

3.2.3.	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 500x750 mm y espesor 25 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 90 cm de longitud total, atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca	4				4	208,17	832,68
3.2.4.	Acero S275JR en vigas, con perfiles en L, laminados en frio con uniones soldadas	kg				1078,8	2,15	2319,42
3.2.5.	Acero S275JR en barras, con sección circular de 14 mm de diametro y uniones soldadas	kg				124,48	1,56	194,1888
3.3. Escalera								
3.3.1.	Acero S275JR en zancas de escalera, perfiles laminados en caliente series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, piezas simples, estructura soldada	kg				1831,68	2,62	4799,0016
3.3.2.	Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas	kg				395,92	2,45	970,004
3.3.3.	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 300x250 mm y espesor 11 mm, con anclajes quimicos	8				8	51,76	414,08
TOTAL CAPÍTULO 3: 71.102,03 €								

Capítulo 4: Estructura de hormigón								
4.1.	Muro de hormigón armado 2C, H<=4 m, espesor 40 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir	m^3	0,4	1,5	2,1	1,26	302,2	380,772
		m^3	0,4	4,5	3,9	7,02	302,2	2121,444
4.2.	Escalera de hormigón visto, con losa de escalera y peldañeado de hormigón armado, e=18 cm, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, 25 kg/m²; montaje y desmontaje de sistema de encofrado recuperable de madera	m^2	2,26	2,06		4,6556	179,04	833,53862
4.3.	Pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de paneles metálicos y 60x85 cm de sección media	m^3	0,6	0,85	1,85	0,9435	286,82	270,61467
		m^3	0,6	0,85	1,85	0,9435	286,82	270,61467
		m^3	0,6	0,85	1,85	0,9435	286,82	270,61467
		m^3	0,6	0,85	1,85	0,9435	286,82	270,61467
TOTAL CAPÍTULO 4: 4.418,21 €								

Capítulo 5: Cerramiento y carpintería								
Código	Descripción	Uds.	Long.	Anch.	Alt.	Total	Precio	Importe
5.1.	Vidrio laminar de seguridad 5+5 mm, butiral de polivinilo incoloro	m^2	10	4		40	53,4	2136
		m^2	10	4		40	53,4	2136
		m^2	8	3		24	53,4	1281,6
		m^2	8	3		24	53,4	1281,6
		m^2	4	3		12	53,4	640,8
		m^2	4	3		12	53,4	640,8
5.2. Cubierta								
5.2.1.	Perfil nervado autoportante de chapa de acero galvanizado S 280 de 4 mm de espesor	m^2	10,31	3,194		32,93014	23,21	764,30855
		m^2	7,188	7,188		51,66734	23,21	1199,1991
5.2.2.	Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m³; acabado superficial liso mediante regla vibrante	m^3	10,31	3,194	0,175	5,762775	183,36	1056,6623
		m^3	7,188	7,188	0,24	12,40016	183,36	2273,6938
5.3.	Pintura plástica con textura lisa, color a elegir, acabado mate, sobre soporte prelacado y/o pintado con toda la superficie en buen estado, de metal, lavado a alta presión con agua y una solución de agua y lejía al 10%, aclarado y secado, aplicación de dos manos de acabado con pintura (rendimiento: 0,25 l/m² cada mano)	m^2				322,4	19,49	6283,576
5.4.	Falso techo registrable, situado a una altura menor de 4 m, de placas de escayola fisurada, con perfilería vista blanca	m^2	10	3		30	21,58	647,4

	estándar							
		m^2	6,5	6,5		42,25	21,58	911,755
5.5.	Chapa de acero galvanizado, espesor 3 mm	m^2	20,46	0,56		11,4576	15,76	180,57178
		m^2	2,65	4		10,6	15,76	167,056
TOTAL CAPÍTULO 5: 21.601,02 €								

Capítulo 6: Cerrajeria								
Código	Descripción	Uds.	Long.	Anch.	Alt.	Total	Precio	Importe
6.1.	Barandilla metálica de tubo hueco de acero laminado en frío	m	20,04			20,04	107,23	2148,8892
		m	21			21	107,23	2251,83
		m	42,9			42,9	107,23	4600,167
6.2.	Pasamanos metálico formado por tubo hueco de acero laminado en frio y fijado mediante atornillado en hormigón.	m	13,8			13,8	33,54	462,852
6.3.	Chapa de acero galvanizado, espesor 8 mm	m^2	3,22	1,68		5,4096	23,42	126,69283
TOTAL CAPÍTULO 6: 9.590,43 €								

Capítulo 7: Pavimentos								
Código	Descripción	Uds.	Long.	Anch.	Alt.	Total	Precio	Importe
7.1.	Tablas de madera maciza de teca ranurada con un espesor de 28 mm	m^2	10,1	3		30,3	42,33	1282,599
		m^2	6,5	6,5		42,25	42,33	1788,4425
7.2.	Chapa repujada de acero inoxidable AISI 304, tipo damero de espesor 5 mm	m^2	34,92	1,5		52,38	56,66	2967,8508
TOTAL CAPÍTULO 7: 6.038,89 €								

Capítulo 8: Instalaciones								
Código	Descripción	Uds.	Long.	Anch.	Alt.	Total	Precio	Importe
8.1.	Luminaria empotrada downlight led advance 90 CRI90	24				24	119,82	2875,68

8.2.	Columna Magna de 11,5 m de altura, con luminarias a 9,5 m, 10 m, 10,5 m y 11 m	1				1	5700	5700
8.3.	Farola Atlas Plus 10 m, con luminaria a 10,5 m	3				3	2600	7800
8.3. Pluviales								
8.3.1.	Canalón circular de PVC con óxido de titanio, para encolar, de desarrollo 250 mm, color gris claro	m	10,11			10,11	12,63	127,6893
		m	9,5			9,5	12,63	119,985
8.3.2.	Bajante circular de PVC con óxido de titanio, de Ø 80 mm, color gris claro	m	4,1			4,1	12,47	51,127
8.4.	Ascensor hidráulico serie HH, con capacidad para 13 personas	1				1	22.287,68	22287,68
TOTAL CAPÍTULO 8: 38.962,16 €								

Capítulo 9: Urbanización								
Código	Descripción	Uds.	Long.	Anch.	Alt.	Total	Precio	Importe
9.2.	Banco con respaldo de madera, de tablas de madera tropical, de 300 cm de longitud, fijado a una base de hormigón HM-20/P/20/I	2				2	783,36	1566,72
9.3.	Papelera de acero electrozincado, con soporte vertical, de tipo basculante con llave, boca circular, de 60 litros de capacidad, fijado a una base de hormigón HM-20/P/20/I	1				1	178,27	178,27
9.4.	Árbol del amor (Cercis siliquastrum), suministrado en contenedor	4				4	124,07	496,28

9.5.	Solado de baldosas de terrazo para uso exterior, acabado mixto, resistencia a flexión T, carga de rotura 11, resistencia al desgaste por abrasión B, 40x60 cm, beige, para uso público en zona de parques y jardines, colocada al tendido sobre capa de arena-cemento y relleno de juntas con arena silícea de tamaño 0/2 mm; todo ello realizado sobre solera de hormigón no estructural (HNE-20/P/20), de 15 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado	m^2	17	18		306	45,73	13993,38
TOTAL CAPÍTULO 9: 16.234,65 €								

Presupuesto de ejecución material: 178.292,05 €

Gastos generales (5%): 8.914,60 €

Beneficio industrial (10%): 17.829,21 €

Presupuesto de ejecución por contrata sin IVA: 205.035,86 €

IVA (21%): 43.057,53 €

Presupuesto de ejecución por contrata: 248.093,39 €

Redacción del proyecto (4%): 9923,74 €

Dirección de la obra (4%): 9923,74 €

Presupuesto total: **267.940,86 €**

El total del presente presupuesto asciende a la cantidad de "DOSCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS CUARENTA EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS".

Pamplona, a 5 de Septiembre de 2014

Lorena Barreira Blázquez

Ingeniero Técnico Industrial Mecánico

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESTRUCTURA DE UN ASCENSOR URBANO Y PASARELA PEATONAL EN PAMPLONA

BIBLIOGRAFÍA

LORENA BARREIRA BLÁZQUEZ

JOSÉ JAVIER LUMBRERAS AZANZA

Pamplona, Fecha de defensa

Índice

1. Normativa

- *Código Técnico de la Edificación, CTE.* Ministerio de Fomento.

- *EHE-08.* Instrucción de Hormigón Estructural.

2. Libros

- Jesús Zurita Gabasa. *Teoría de estructuras. Estructuras de barras y sólidos tridimensionales*. Universidad Pública de Navarra. 2000.

3. Apuntes

- Apuntes de la asignatura *Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales*.

- Apuntes de la asignatura *Cálculo de Estructuras*.

4. Catálogos

- Catálogo de ascensores Enor.

- Catálogo de iluminación Green Lighting/01 by Lledó.

- Catálogo de iluminación ATP iluminación.

5. Programas informáticos

- Cype.

- Catia V5.

- Autocad.

Pamplona, a 5 de Septiembre de 2014

Lorena Barreira Blázquez

Ingeniero Técnico Industrial Mecánico